

ALVENARIA EM SOLO-CIMENTO

Para Moradias Unifamiliares em Angola

VÍTOR MANUEL VIEIRA MARTINS

Licenciado em Engenharia Civil

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor José Manuel Marques Amorim de
Araújo Faria

FEVEREIRO DE 2011

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2010/2011

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2010/2011 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2011.*

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

À minha Família
Anabela, Joana e Rui

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

À minha esposa Anabela, por me ter dado a motivação que faltava à minha decisão de fazer este trabalho.

Aos meus filhos Joana e Rui.

A todos os que colaboraram comigo em Angola na Angolaca Construções S.A.

Ao meu orientador, o Professor José Amorim Faria, pelos conhecimentos partilhados e pela paciência e disponibilidade com que acompanhou este trabalho. A ele, o meu enorme reconhecimento e gratidão por toda a dedicação e compreensão.

Porto, Fevereiro 2011

Vitor Martins

Engenheiro Civil

RESUMO

A dissertação aqui apresentada tem como objectivo analisar a construção de moradias unifamiliares em Angola, avaliar os problemas específicos inerentes à construção com blocos de solo-cimento da Hydraform. Apresentar contributos para tentar melhorar o sistema, de forma a incrementar um aumento na qualidade da construção, consequentemente, a competitividade face a outros sistemas.

O sistema construtivo de alvenaria, com blocos de solo-cimento é uma tecnologia desenvolvida na África do Sul pela Hydraform, que desenvolve equipamentos para o fabrico de blocos de solo-cimento, os chamados BTC (bloco de terra compactado), usados em mais de 50 países, a maioria deles em África.

O trabalho apresenta todo o processo relativo ao fabrico e manuseamento do bloco de solo-cimento, bem como a tecnologia construtiva associada, e algumas sugestões relativamente à alteração da forma do bloco padrão com vista à melhoria do sistema construtivo, nomeadamente no que diz respeito à execução de padieiras, vigas lintel e cantos.

A escolha do tema surge através da experiência adquirida pelo autor desta dissertação, como se apresenta no capítulo 3. Foi com a prática e a experiência do dia-a-dia que se notaram as dificuldades na resolução de determinados problemas, daí a procura de soluções, que se apresentam no capítulo 4 desta dissertação.

PALAVRAS-CHAVE: Alvenarias, Angola, Hydraform, sistema construtivo, blocos de solo-cimento.

ABSTRACT

This dissertation has the fundamental objective to analyze the construction of homes in Angola, evaluate the specific problems which derive from such constructions with Hydraform soil cement blocks, to show contributions to better the system in order to increase the quality of construction, and consequently the competitiveness against other systems.

The building system of masonry, with soil cement blocks is a technology developed in South Africa by Hydraform, which develops equipments to make soil cement blocks, the so called BTC (Block of Compacted Earth), used in more than 50 countries, most of them in Africa.

The work presents the whole making process and handling of the soil cement as well as the technology associated with the building, and some suggestions like the change of the block pattern to better the building system, especially with the lintel, lintel beams and corners.

The choice of the theme came upon the experience the author of the thesis, as it appears in Chapter 3. It has been with the daily training and experience that difficulties appeared and needed to be solved, thereof the search for solutions which are presented in Chapter 4 of this thesis.

KEY WORDS: Masonries, Angola, Hydraform, building system, soil cement blocks.

:

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
 1. INTRODUÇÃO	 1
1.1. OBJECTO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO	1
1.2. BASES DO TRABALHO DESENVOLVIDO	2
1.3. METODOLOGIA	2
1.4. ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	3
 2. SISTEMAS ESTRUTURAIS EM ALVENARIAS À BASE DE BLOCOS DE SOLO-CIMENTO	 5
2.1. A EVOLUÇÃO HISTÓRICA	5
2.2. ESTRUTURAS DE REFERÊNCIA COM ALVENARIA ESTRUTURAL	10
2.2.1. ALGUMAS DAS GRANDES OBRAS NA HISTÓRIA DA ALVENARIA ESTRUTURAL	10
2.3. COMPETITIVIDADE DA ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS	13
2.4. SOLUÇÕES NORTE-AMERICANAS DE BLOCOS SEM ARGAMASSA NAS JUNTAS	14
2.4.1. OBJECTIVO	14
2.4.2. BLOCOS DE ENCAIXE UTILIZADOS ESSENCIALMENTE NOS EUA	14
2.5. BLOCOS DE BTC USADOS EM CONSTRUÇÃO CORRENTES	21
2.5.1. SISTEMA DE CONSTRUÇÃO COM BLOCOS DE SOLO-CIMENTO NO BRASIL	21
2.5.1.1. OUTRAS FORMAS E DIMENSÕES	23
2.5.1.2. A CONSTRUÇÃO COM TIJOLOS OU BLOCOS DE SOLO-CIMENTO NO BRASIL	25
2.5.2. EXEMPLOS QUE MARCARAM A CONSTRUÇÃO COM BLOCOS DE SOLO-CIMENTO NO BRASIL E ANGOLA	29
2.5.3. BLOCOS DE SOLO-CIMENTO MAIS USADOS NAS ESTRUTURAS DE ALVENARIA EM ÁFRICA	31
2.5.4. BLOCOS EXPERIMENTAIS DESENVOLVIDOS NA BÉLGICA	32
 3. DOIS EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DE BLOCOS DE SOLO-CIMENTO DA HYDRAFORM EM ANGOLA	 35
3.1. INTRODUÇÃO	35
3.2. PROJECTO DE CONSTRUÇÃO BUNGALOWS COM TIPOLOGIAS To, T1 (CASO1)	36
3.3. PROJECTO DE CONSTRUÇÃO DE UM REFEITÓRIO (CASO 2)	47

4. CONSTRUÇÃO COM BLOCOS DA HYDRAFORM - PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA ANGOLA	53
4.1. INTRODUÇÃO	53
4.2. O FABRICO DOS BLOCOS DA HYDRAFORM	53
4.2.1. AS FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS	53
4.2.2. A ESCOLHA DOS SOLOS	55
4.2.3. AS PROPORÇÕES DA MISTURA	57
4.2.4. A PRODUÇÃO DO BLOCO	58
4.2.5. A RESISTÊNCIA MECÂNICA DO BLOCO	60
4.2.6. TIPOS DE BLOCOS DA HYDRAFORM	62
4.3. O SISTEMA CONSTRUTIVO COM BLOCOS DA HYDRAFORM	63
4.3.1. PONTOS IMPORTANTES ANTES DE INICIAR A CONSTRUÇÃO	63
4.3.2. PONTOS GERAIS SOBRE A CONSTRUÇÃO	65
4.3.3. PONTOS SINGULARES NA CONSTRUÇÃO	66
4.3.4. PREPARAÇÃO DOS BLOCOS DA HYDRAFORM	67
4.3.5. A CONSTRUÇÃO COM BLOCOS DA HYDRAFORM	68
4.4. DEFINIÇÃO DE UM PROJECTO DE ARQUITECTURA/ESTRUTURA	70
4.5. SUGESTÕES DE MELHORIA NO BLOCO SOLO-CIMENTO DA HYDRAFORM	72
4.6. ANÁLISE ECONÓMICA	74
5. CONCLUSÃO	79
5.1. PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS	79
5.2. RECOMENDAÇÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
PÁGINAS DE INTERNET CONSULTADAS	82
ANEXO 1	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Localização de construções em terra em todos os continentes.....	5
Fig. 2.2 – Construções em terra na cidade de Shibam, Yemen.....	5
Fig. 2.3 – Blocos de adobe feitos à mão.....	6
Fig. 2.4 – Construção com blocos de Adobe	7
Fig. 2.5 – Sistema automatizado para o fabrico do adobe.....	7
Fig. 2.6 – Terra Prensada.....	8
Fig. 2.7– Taipa Mecanizada.....	8
Fig. 2.8 – construção de paredes com madeira e enchimento com solo	8
Fig. 2.9 – Prensa manual para o fabrico de BTC	9
Fig. 2.10 – Máquinas automatizadas para o fabrico de BTC	9
Fig. 2.11– Estação da Luz na cidade de São Paulo com paredes e arcos em alvenaria.....	10
Fig. 2.12 – Edifício “Monadnock”	11
Fig. 2.13 – Vista nocturna de uma parte do Hotel Excalibur em Las Vegas, nos EUA	12
Fig. 2.14 – Blocos de Encaixe da AZAR BLOCK.....	15
Fig. 2.15 – Parede de alvenaria com Blocos de Encaixe da AZAR BLOCK	15
Fig. 2.16 – Parede de alvenaria com Blocos de Encaixe da AZAR BLOCK	15
Fig. 2.17 – Parede de alvenaria de face à vista com blocos de encaixe da AZAR BLOCK.....	16
Fig. 2.18 – Blocos de Encaixe da DURISOL.....	16
Fig. 2.19 – Fotografia dos blocos de encaixe da ENDURA	17
Fig. 2.20 – Esquema de blocos de encaixe da ENDURA	17
Fig. 2.21 – Blocos de encaixe da FASWALL	17
Fig. 2.22 – Fotografia dos blocos de encaixe da FASWALL.....	18
Fig. 2.23 – Paredes com blocos de encaixe da FASWALL.....	18
Fig. 2.24 – Fotografia dos Blocos de Encaixe da Haener Block	18
Fig. 2.25 – Colunas com blocos de Encaixe da Haener Block.....	19
Fig. 2.26 – Apoio dos Pavimentos nas paredes de blocos de encaixe da Haener Block.....	19
Fig. 2.27 – Blocos de Encaixe da Haener Block Ornamentais.....	19
Fig. 2.28 – Blocos de encaixe Smart Masonry.....	20
Fig. 2.29 – Blocos da FlexLock	20
Fig. 2.30 – Sistema de Pré-esforço dos Blocos FlexLock.....	21
Fig. 2.31 – Vista do Tijolo de Solo-Cimento “Desenvolvido no Brasil”	22
Fig. 2.32 – As várias Formas do Tijolo Ecológico de Solo-Cimento “Desenvolvido no Brasil”	22

Fig. 2.33 – Aplicação do Tijolo de Solo-Cimento “Desenvolvido no Brasil”	23
Fig. 2.34 – Bloco Ecológico de Encaixe nas Quatro Faces, de Solo-Cimento	23
Fig. 2.35 – Bloco Ecológico Trilho, de Solo-Cimento	23
Fig. 2.36 – Bloco Modular Canaleta Padrão ou “U”, de Solo-Cimento	24
Fig. 2.37 – Bloco Modular de Solo-Cimento Para Executar Pilares	24
Fig. 2.38 – Bloco Modular Maciço de Solo-Cimento	25
Fig. 2.39 – Fundações para Assentamento dos Blocos Modulares de Solo-Cimento	26
Fig. 2.40 – Assentamento do Blocos Modulares de Solo-Cimento	26
Fig. 2.41 – Paredes com Blocos Modulares de Solo-Cimento	26
Fig. 2.42 – Execução de uma Laje de Escadas	27
Fig. 2.43 – Paredes Estruturais com Blocos de Solo-Cimento	27
Fig. 2.44 – Lajes Apoiadas em Paredes de Alvenaria de Blocos de Solo-Cimento	27
Fig. 2.45 – Lajes Apoiadas em Paredes de Alvenaria de Blocos de Solo-Cimento	28
Fig. 2.46 – Coberturas em Madeira Apoiadas em Paredes de Alvenaria de Blocos de Solo-Cimento	28
Fig. 2.47 – Piscinas com Paredes de Alvenaria de Blocos de Solo-Cimento	29
Fig. 2.48 – Obras com Blocos de Solo-Cimento	29
Fig. 2.49 – Casa construída em Brasília – Distrito Federal	29
Fig. 2.50 – Escritório do terminal intermodal de Serra do Espírito Santo	30
Fig. 2.51 – Parte do conjunto habitacional Granja de Freitas III com 146 unidades geminadas Construídas para a Prefeitura de Belo Horizonte – MG	30
Fig. 2.52 – Vista da construção do condomínio, em Luanda, Angola	31
Fig. 2.53 – Principais Tipos de Blocos de Solo-Cimento da Hydraform	31
Fig. 2.54 – Algumas Construções com Blocos de Solo-Cimento da Hydraform	32
Fig. 2.55 – Blocos de solo-cimento prensados e desenvolvidos na Universidade Católica de Leuven, na Bélgica e inseridos nos estudos de Bangko	33
Fig. 3.1 – Vista Panorâmica da zona da Piscina e Planta de Implantação	36
Fig. 3.2 – 3D dos Bangalows, com Tipologias T0 e T1	37
Fig. 3.3 – 3D dos Interiores dos Bangalows, com Tipologias T0 e T1	37
Fig. 3.4 – Planta de Apresentação dos Bangalows T0 e T1	38
Fig. 3.5 – Planta de Cobertura dos Bangalows T0 e T1	38
Fig. 3.6 – Corte dos Bangalows T0 e T1	39
Fig. 3.7 – Alçados dos Bangalows T0 e T1	39
Fig. 3.8 – Fotos das Fundações para os Bangalows T0 e T1	40
Fig. 3.9 – Fotos das Sapatas e Vigas do Piso Térreo para os Bangalows T0 e T1	40

Fig. 3.10 – Fotos da Estrutura para os Bangalows T0 e T1	41
Fig. 3.11 – Execução das paredes interiores em tijolo 11, para os Bangalows T0 e T1	41
Fig. 3.12 – Cobertura dos Bangalows T0 e T1	42
Fig. 3.13 – Paredes Exteriores em Blocos de Solo-Cimento	43
Fig. 3.14 – Primeiras Fiadas de Blocos de Solo-Cimento	44
Fig. 3.15 – O Encaixe de Blocos de Solo-Cimento	44
Fig. 3.16 – Instalações elétricas, abastecimento, telecomunicações e drenagem.....	44
Fig. 3.17 – Vista do exterior com o revestimento com blocos de Hydraform	45
Fig. 3.18 – Corte representativo da parede dupla exterior (Com blocos de solo-cimento da Hydraform)	46
Fig. 3.19 – Planta Geral do Refeitório	47
Fig. 3.20 – Execução de Paredes Simples com Blocos de Solo-Cimento	48
Fig. 3.21 – Execução de Paredes de Alvenaria Confinada com Blocos de Solo-Cimento.....	49
Fig. 3.22 – Padieira com Blocos de Solo-Cimento	49
Fig. 3.23 – Reforço na Extremidade e centro da parede de Blocos de Solo-Cimento	50
Fig. 3.24 – O interior do refeitório construído com Blocos de Solo-Cimento	50
Fig. 3.25 – Corte representativo da parede simples (Com blocos de solo-cimento da Hydraform)	51
Fig. 4.1 – Instrumentos para a produção de blocos de solo-cimento e respectiva construção	54
Fig. 4.2 – Equipamentos de produção de blocos da Hydraform	55
Fig. 4.3 – Teste visual e teste da mão	55
Fig. 4.4 – Teste da Jarra	56
Fig. 4.5 – Teste da Retracção.....	56
Fig. 4.6 – Misturas de Solo-Cimento.....	57
Fig. 4.7 – Corte Transversal da Parede e Telhado	58
Fig. 4.8 – Crivo para Peneirar o Solo.....	59
Fig. 4.9 – Teste da Queda e Máquina de Fabrico da Hydraform	59
Fig. 4.10 – A Dimensão Média do Bloco da Hydraform	59
Fig. 4.11 – Acondicionamento do Bloco da Hydraform	60
Fig. 4.12 – Ensaio de Resistência Mecânica dos Bloco da Hydraform	62
Fig. 4.13 – Máquina da Hydraform.....	62
Fig. 4.14 – Fotos do Fabrico e Acondicionamento do Blocos	62
Fig. 4.15 – A Forma do Bloco da Hydraform.....	64
Fig. 4.16 – A Forma do Bloco da Hydraform.....	64
Fig. 4.17 – Assentamento da Primeira fiada de Bloco da Hydraform.....	65

Fig. 4.18 – Forma de Assentar dos Bloco da Hydraform.....	65
Fig. 4.19 – Cuidados com o Assentamento dos Blocos da Hydraform nos Cantos	66
Fig. 4.20 – Cantos com Blocos da Hydraform.....	66
Fig. 4.21 – Junções em T com Blocos da Hydraform.....	66
Fig. 4.22 – Cruzamento de Paredes com Blocos da Hydraform	67
Fig. 4.23 – Junções em T com Blocos da Hydraform.....	67
Fig. 4.24 – Junções em T com Blocos da Hydraform.....	68
Fig. 4.25 – Execução das Fundações com Blocos da Hydraform	68
Fig. 4.26 – Nivelamento e Assentamento da Primeira Fiada de Blocos da Hydraform	68
Fig. 4.27 – Execução dos Vãos de Portas e Janelas com Blocos da Hydraform	69
Fig. 4.28 – Acabamentos com Blocos da Hydraform	70
Fig. 4.29 – Casa Tipo.....	72
Fig. 4.30 – Canto com reforço.....	72
Fig. 4.31 – Bloco Modificado para os cantos.....	73
Fig. 4.32 – Bloco Modificado.....	73
Fig. 4.33 – Bloco Padrão.....	74
Fig. 4.34 – Bloco Padrão Modificado (Cavidade em U na parte superior/Cavidade em U na parte inferior)	74
Fig. 4.35 – Bloco Padrão Modificado (Em Planta).....	74
Fig. 4.36 – Pormenor de apoio de uma laje intermédia.....	75

ÍNDICE DE QUADROS E TABELAS

Tabela 4.1 – Verificação da Qualidade dos Bloco da Hydraform.....	61
Tabela 4.2 – Verificação da Qualidade dos Blocos da Hydraform	61
Tabela 4.3 – Tipos de Blocos da Hydraform	63
Tabela 4.4 – Custo por m ² de parede corrente de alvenaria com blocos de solo-cimento	76
Tabela 4.5 – Custo por m ² de parede corrente de alvenaria com blocos de cimento	76
Tabela 4.6 – Comparação entre os custos de produção com blocos de solo-cimento e blocos de cimento	77

SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

BTC – Bloco de Terra Compactado

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

1

INTRODUÇÃO

1.1 OBJECTIVO, ÂMBITO E JUSTIFICAÇÃO

A introdução de novas tecnologias de construção em países normalmente ditos desenvolvidos é muitas vezes lenta, pelo facto de exigirem uma formação que passa não só pelos operários e técnicos, mas também pelos quadros superiores das empresas de construção e gabinetes de projecto. Este problema em países que se encontram em vias de desenvolvimento é por isso agravado, criando dificuldades no aspecto técnico e económico. Para que a introdução de novas tecnologias e procedimentos de trabalho mais eficazes seja uma realidade é necessária uma preocupação constante na actualização dos conhecimentos que envolvem novos processos construtivos em cooperação com os já existentes.

Este trabalho nasce com a dificuldade que o autor teve quando defrontado com a necessidade de construir habitação unifamiliar em Angola, com materiais/tecnologias que não dominava no seu todo. Com a construção de alvenaria de blocos de solo-cimento da Hydraform com blocos de encaixe, sem recorrer as tradicionais juntas argamassadas, tecnologia não utilizada em países Europeus, a ausência de pormenorização indispensável nos projectos de Arquitectura e Engenharia, contribui para o aumento dessa mesma dificuldade.

Desde os tempos mais remotos que o homem tem a necessidade de construir habitações, dos vários elementos que as constituem, as paredes são elementos fundamentais, pois estão para as habitações como o vestuário está para o ser humano. Aqui pode fazer-se a distinção entre, paredes exteriores e paredes interiores. As paredes interiores têm como principal objectivo a compartimentação dos espaços interiores das habitações. Neste trabalho tratar-se-á essencialmente a problemática ligada às paredes exteriores, a utilização dos blocos de solo-cimento permite que estes fiquem com face à vista, sem a necessidade de qualquer outro tipo de revestimento.

Durante muito tempo, e ainda nos dias de hoje, as paredes têm como função não só a separação e a protecção dos factores do meio ambiente mas também uma função estrutural.

Este trabalho tem como principal objectivo, expor o tipo de material o processo de fabrico e respectiva aplicação, apresentar o sistema construtivo e propor eventuais medidas para melhorar o mesmo, desenvolvendo alguns pormenores construtivos. Tendo como objectivo criar um documento de ajuda a quem constrói ou projecta edifícios usando blocos de solo-cimento.

Os blocos de solo-cimento desde logo despertam alguma curiosidade. Habitualmente os blocos correntes são assentes com argamassa, na junta horizontal e vertical, existem aqueles que dispensam de argamassa na junta vertical, neste caso nem a junta vertical nem a horizontal necessitam de argamassa, tirando situações particulares que serão apresentadas ao longo do trabalho, como são o caso dos reforços. Com a escassez de habitação condigna em muitas zonas do mundo, essencialmente em países em vias de desenvolvimento, a aplicação de blocos de Solo-Cimento, é frequente. Apesar de parecer antiquado face a sistemas tecnologicamente mais avançados de países desenvolvidos, que usam outros materiais, este é um dos sistemas avançados no que diz respeito à construção em terra, como iremos ver no capítulo seguinte. Existe uma grande evolução no que respeita às construções com solos, pois este sistema de construção evoluiu até ao designado BTC- Bloco de Terra Compactada.

1.2 BASES DO TRABALHO DESENVOLVIDO

O trabalho desenvolvido nesta dissertação apoiou-se fundamentalmente, na experiência profissional do autor, com a visita a obras construídas na cidade de Luanda que recorriam à alvenaria de solo-cimento, consulta de sites ligados à construção com solo-cimento, bem como alguma pesquisa bibliográfica referente à construção de paredes de alvenaria.

O percurso académico e profissional foram factores determinantes para olhar para este sistema construtivo com o devido respeito que ele merece, e tentar dar um pequeno contributo no sentido de melhorar o sistema construtivo baseado nos referidos blocos de solo-cimento. Foi determinante a visita a algumas obras construídas na cidade de Luanda, antes de ter iniciado a minha experiência com este tipo de blocos de solo-cimento da Hydraform. Também constituiu um elemento chave, a visita de alguns sites, que continham informação sobre o equipamento de fabrico dos blocos, informação tecnológica sobre a construção paredes de alvenarias com este tipo de blocos.

Serviram de fonte de informação, sites relativos à construção com vários tipos de blocos e tijolos cerâmicos, com especial atenção para blocos de solo-cimento e sua aplicação em diversos tipos de edifícios. Foi feita pesquisa em diversos trabalhos de mestrado e doutoramento, artigos ligados às alvenarias, bem como alguns manuais de alvenaria como o “Manual de Alvenaria de Tijolo”.

1.3 METODOLOGIA

Na elaboração deste estudo foi feita pesquisa sobre o que existe em termos de tecnologia construtiva ao nível de paredes de alvenaria com os vários tipos de blocos e tijolos, com particular atenção aos blocos de solo-cimento.

Um primeiro objectivo foi conhecer a evolução dos sistemas construtivos de alvenarias com solos desde os primórdios da humanidade até aos nossos dias.

Para melhor ilustrar as potencialidades e as dificuldades associadas à utilização corrente deste tipo de soluções de paredes estruturais, desenvolveu-se um caso de estudo, usando uma solução tipo de Arquitectura do principal fabricante africano de equipamentos para blocos de solo-cimento (a empresa sul-africana Hydraform), tendo-se feito a pormenorização integral ao nível do desenho dos blocos e dos pormenores construtivos principais.

1.4 A ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A dissertação encontra-se organizada em seis capítulos:

No *Capítulo 1* faz-se uma breve apresentação e resumo do trabalho, âmbito e metodologia adoptada, organização e bases bibliográficas.

No *Capítulo 2* apresenta-se um enquadramento histórico da utilização do solo na construção de paredes com funções estruturais até ao seu estado actual os BTC- Blocos de Terra Compactada, com a adição de cimento, tendo em vista um melhor desempenho destes. Analisando alguns dos exemplos de aplicação com funções estruturais em vários pontos do mundo, nomeadamente no Brasil e em África. Fez-se também uma pesquisa a sistemas de encaixe sem juntas argamassadas, nomeadamente nos EUA e Canadá com vista a um melhor entendimento dos sistemas de encaixe e desta forma poder transpor algumas das ideias já trabalhadas em países mais desenvolvidos.

No *Capítulo 3* apresentam-se dois casos reais de aplicação de blocos de solo-cimento da Hydraform. O Caso 1 refere-se à construção de um Resort, onde o bloco de solo-cimento não tem uma função principal na construção. No Caso 2 o bloco de solo-cimento assume um papel principal na construção das paredes.

No *Capítulo 4* desenvolve-se a caracterização e especificação do bloco de solo-cimento em estudo neste trabalho. Caracterização que vai desde o fabrico à descrição do processo construtivo, pormenorização e aplicação a casos concretos da construção de edifícios. Sugerem-se algumas alterações ao bloco com vista à melhoria do processo construtivo. Elabora-se uma análise económica comparando a parede de alvenaria corrente de bloco de cimento com a alvenaria de blocos de solo-cimento da Hydraform. Ainda neste capítulo é apresentado um projecto tipo, Anexo 1, para a construção de uma moradia com blocos de solo-cimento da Hydraform.

No *Capítulo 5*, a Conclusão, apresenta-se alguns dos resultados obtidos com este trabalho, e recomendações para desenvolvimentos futuros, com vista à melhoria do sistema construtivo com blocos da Hydraform.

2

SISTEMAS ESTRUTURAIS EM ALVENARIAS À BASE DE BLOCOS DE SOLO-CIMENTO

2.1 A EVOLUÇÃO HISTÓRICA

Ao longo da história da civilização humana, existem diversos períodos e uma clara evolução da arquitectura, desde os tempos mais primitivos até aos nossos dias. O homem tem assim vindo a criar e a desenvolver sistemas construtivos com vista a melhorar o seu bem-estar. Desde os primórdios da humanidade que as construções em terra são uma realidade, realidade esta que se estende até aos nossos dias, sendo que um terço da humanidade vive ainda hoje em edifícios de terra, que vão desde modestas casa aos grandes palácios, igrejas ou castelos, de que existem diversos exemplos em várias partes do mundo, inclusivé em Portugal e Angola.



Fig. 2.1 – Localização de construções em terra em todos os continentes [1]

Temos alguns exemplos impressionantes de construções em terra espalhados um pouco por todo mundo, como é o caso da cidade de Shibam, no Yemen.



Fig. 2.2 – Construções em terra na cidade de Shibam, Yemen (Fonte: wikipédia)

Algumas destas construções têm milhares de anos demonstrando bem a potencialidade, versatilidade e qualidade que este tipo de construção pode ter [1], pois muitas das actuais construções não terão um período de vida útil tão longo como a construção em terra pode ter.

As técnicas utilizadas na construção de terra são muitas por todo o mundo, contudo as mais utilizadas e conhecidas são os Blocos de Adobe, Taipa e mais recentemente Blocos de Terra Compactada (BTC). Sendo os BTC com adição de cimento Portland, o pretexto para a realização deste trabalho, tendo como objectivo a pormenorização da solução construtiva com blocos Hydraform, desenvolvidos na África do Sul, utilizados actualmente em vários outros países, nomeadamente Angola.

O Adobe é das técnicas que, pela sua facilidade de fabrico, tem sido utilizada em locais onde é possível encontrar água, uma vez que é necessário um solo plástico e argiloso. O fabrico consistia inicialmente na moldagem de pequenos blocos, em formas de madeira, que são desmoldados no estado fresco e colocados a secar à temperatura ambiente. Nos tempos mais remotos eram adicionadas ao solo fibras vegetais, como a palha, no sentido de reforçar o bloco e proporcionando-lhe assim uma maior resistência fazendo face aos problemas de retracção existentes nas primeiras horas de secagem.



Fig. 2.3 – Blocos de adobe feitos à mão

A figura 2.3 representa o fabrico manual dos blocos de adobe [3]. Técnica que não necessita de muita ou mesmo nenhuma tecnologia, para o fabrico dos blocos de adobe, como se pode ver pelas imagens da figura 2.3. São feitos com as mãos do homem, esta técnica é ainda hoje muito usada em países subdesenvolvidos, onde a carência de tecnologia é uma realidade.



Fig. 2.4 – Construção com blocos de Adobe [3]

Com a evolução tecnológica, o uso de máquinas possibilitou um fabrico mecanizado e mais rápido dos blocos de Adobe, podendo assim atingir rendimentos nunca antes atingidos com o processo manual. A figura 2.5 mostra um exemplo disso.



Fig. 2.5– Sistema automatizado para o fabrico do adobe [3] [1]

A Taipa é uma técnica de construção monolítica com aplicação de solo mais seco, com consistência de terra húmida, compactado entre taipais. Antigamente com tábuas de madeira hoje em dia com taipais de outros materiais que proporcionam maiores rendimentos, como é o caso dos taipais em chapa de aço ou de madeira mas com outras dimensões, permitindo maiores construções e com melhor qualidade, como se verifica na figura 2.7. Com este tipo de cofragem consegue-se melhorar de forma significativa a compactação do solo.



Fig. 2.6 – Terra Prensada [3]



Fig. 2.7– Taipa Mecanizada [1]

A compactação neste tipo de taipa mecanizada é realizada através de um compactador pneumático, um pouco à semelhança do que acontece nos pavimentos rodoviários, com equipamentos mais pequenos, garantido uma melhoria na qualidade das paredes de terra compactada.

Desta técnica, derivou o tabique que consistia em criar uma estrutura de madeira ou bambu, dependendo dos sítios onde se inseria a construção. Sendo posteriormente as paredes preenchidas por barro e fibras, fibras que permitiam, aumentar a resistência mecânica dos rebocos.



Fig. 2.8 – Construção de paredes com madeira e enchimento com solo [3]

A figura 2.8 mostra a construção de paredes com madeira e enchimento com solo bem como o seu revestimento, a designada técnica de tabique [3], técnica muito usada no norte de Portugal.

O bloco de terra compactada BTC, surge como uma evolução do adobe, onde a estabilização do solo passa a ser realizada por meios mecânicos, consistindo na prensagem de um solo confinado num molde, obtendo-se desta forma blocos com maior resistência e mais duráveis, relativamente ao bloco de adobe feito na forma de madeira e prensado com as mãos. Esta prensagem é realizada através de uma prensa accionada de forma manual, pela força humana, como a que se apresenta na figura 2.9.

Uma das particularidades para além da prensagem do solo por meios mecânicos, foi a adição de pequenas quantidades de cimento, em percentagens que variam entre os 5% e 20% da mistura, solo-cimento, tendo o cimento uma importância vital no melhoramento do bloco, quer ao nível na resistência, durabilidade, impermeabilidade e mesmo na aparência do mesmo. Além de tornar possível o fabrico de blocos com diversas formas e sistemas de encaixe, facilitando a forma de trabalhar e de construir as paredes de alvenaria com blocos de solo-cimento.

Este tipo de prensa manual com uma equipa de três homens produz cerca de 1500 blocos por dia, com dimensões de (12,5×25,0×6,25cm), blocos que não necessitam de rebocos em ambas as faces, como se verá mais adiante. Devido aos encaixes que possuem, garantem um alinhamento perfeito na execução das paredes, garantido um bom travamento dos panos de alvenaria. A grande vantagem na utilização da prensa manual é a facilidade de produzir blocos em qualquer sítio. Mesmo na ausência de energia elétrica ou de combustível é possível garantir o fabrico, facto importante, tendo em conta que em países subdesenvolvidos a energia muitas vezes não existe ou não chega a todos os lugares mas a necessidade de construir e fabricar blocos é uma realidade. Normalmente a utilização destas prensas está associada à produção dos blocos no próprio local da obra, com solos da própria escavação das fundações e da envolvente à obra.



Fig. 2.9 – Prensa manual para o fabrico de BTC (Fonte: www.engemaquinas.com.br)

As inovações científicas e tecnológicas do último século, sobretudo no que diz respeito às soluções de estabilização do solo melhoraram significativamente a construção em terra: a sua durabilidade, economia, sustentabilidade e estética. Fazendo uso das actuais tecnologias e de certa forma respondendo à necessidade de maior rapidez na execução das construções, surge assim o Bloco de Terra Compactado designado por BTC. Fabricado por prensas hidráulicas, com maior rendimento e melhor qualidade dos Blocos de Terra Compactada (BTC), neste caso as produções são mais elevadas e rondam os 2800 blocos, por cada dia de 8 horas de trabalho. Trata-se de um incremento significativo na produção, quase sempre a opção por este tipo de equipamento está relacionada com a produção em fábrica ou estaleiro, onde os blocos são produzidos em série, armazenados e só depois levados para os locais de construção, tratando-se de um processo mais industrializado.



Fig. 2.10 – Máquinas automatizadas para o fabrico de BTC (Fonte: www.ecomaquinas.com.br)

2.2 ESTRUTURAS DE REFERÊNCIA COM ALVENARIA ESTRUTURAL

Temos na história da humanidade, imensas obras, desde as pirâmides do Egipto, até às grandes catedrais e castelos da Idade Média, cuja estrutura resistente principal é a alvenaria. A alvenaria nessa época, para além das funções de compartimentação e de protecção dos edifícios contra as intempéries, tinha um papel que era de longe o mais importante, a transmissão de cargas dos pavimentos para as fundações dos edifícios, pelo que as alvenarias possuíam um papel determinante na arquitectura e na estabilidade dos edifícios.

Com a revolução industrial, massificou-se o uso de novas tecnologias, novos materiais e novas técnicas construtivas, principalmente em países que se encontravam em pleno desenvolvimento. Referência às grandes construções em aço e betão armado, que foram e são ainda hoje as técnicas construtivas mais usadas em todo o mundo na construção das grandes obras. Foram por isso técnicas muito estudadas durante o último século, tendo por esta razão as alvenarias perdido algum espaço face a estas técnicas. Durante muito tempo foram esquecidas, deixaram de ter como um dos principais papéis a estabilidade dos edifícios e passaram a ter um papel considerado secundário, que era o de tapamento das envolventes dos edifícios e sua compartimentação. As estruturas de aço e betão passaram a ser as soluções mais usualmente adoptadas na construção das estruturas do último século e logo, com esta mudança um outro elemento até então muito importante nas construções passou a cair em desuso que foi a utilização da madeira nos pavimentos dos edifícios.

2.2.1 ALGUMAS DAS GRANDES OBRAS NA HISTÓRIA DA ALVENARIA ESTRUTURAL

Os ingleses chegaram ao Brasil para o desenvolvimento de ferrovias e, em meados do Século XIX, construíram a Estação da Luz, obra em alvenaria, no centro da cidade de São Paulo, mostrada na figura 2.11. Relativamente à estrutura, utilizaram elementos em aço importados de Inglaterra para os maiores vãos e, para os menores, mais uma vez está presente o arco [9].



Fig. 2.11— Estação da Luz na cidade de São Paulo com paredes e arcos em alvenaria. [9]

As estruturas de alvenaria construídas até há pouco tempo foram dimensionadas empiricamente. Intuitivamente, projectistas e construtores compreendiam como as cargas eram transferidas através das paredes resistentes para o solo [10].

Alguns sábios criaram teorias que explicavam correctamente aspectos isolados da capacidade de resistência da alvenaria. Podemos destacar Aristóteles e Leonardo da Vinci (teoria do arco) e Leonard Euler (Encurvadura em pilares de alvenaria). No entanto, apesar destas teorias, a concepção estrutural não deixou de ser intuitiva e o seu dimensionamento, empírico.

Um marco importante na história da alvenaria estrutural foi o Edifício “Monadnock” na figura 2.12, construído em Chicago entre 1889 e 1891. Edifício com 16 andares e 65 metros de altura, a sua estrutura em alvenaria armada é constituída por paredes de 1,80 m de espessura na base, que vão diminuindo 10 cm a cada andar, sucessivamente, até chegar ao décimo sexto andar com paredes de 30 cm de espessura, pois esta era a dimensão considerada mínima para que uma edificação de pé-direito até 3 metros fosse considerada segura [10].

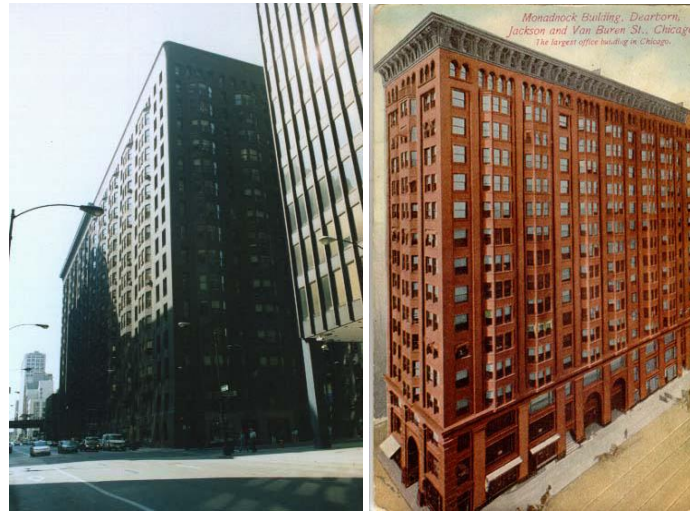


Fig. 2.12 – Edifício “Monadnock” [9] [10]

A construção foi considerada na época como o limite dimensional máximo para estruturas de alvenaria, calculadas pelos métodos empíricos até então utilizados. Se este edifício fosse calculado hoje, usando os mesmos materiais, as paredes resistentes do piso térreo teriam 30 cm de espessura [10].

A Revolução Industrial e o desenvolvimento de máquinas, com produção em série, possibilitaram nessa altura a geração de blocos de betão com peso e medidas tais que o homem facilmente pudesse assentá-los em grande quantidade ao longo de um dia de trabalho. A partir da metade deste século, um grande número de paredes construídas com blocos vazados de betão, armadas e não armadas, foi submetido a ensaios de laboratório, em vários pontos dos EUA. Isso propiciou o desenvolvimento de parâmetros, que permitiram a formulação de equações, onde esforços actuantes e resistentes se relacionam através de coeficientes de segurança para o cálculo das paredes. Era a fuga do pragmatismo do passado, onde predominavam as regras do empirismo, passadas de geração a geração [10].

No início da década de 50 outra revolução na concepção estrutural aconteceu. Após inúmeras investigações experimentais, o engenheiro suíço Paul Haller dimensionou e construiu em Basileia, Suíça em 1951, um edifício de 13 andares (42 m) em alvenaria não armada, com paredes resistentes internas de 15 cm de espessura e externas de 37,5 cm. Este edifício pode ser considerado como o primeiro em alvenaria estrutural não armada [10].

Como exemplo significativo de edifício projectado e construído com o conhecimento científico desenvolvido neste século, podemos destacar o Hotel Excalibur, em Las Vegas, EUA, figura 2.13, com 28 pavimentos e blocos de 19 cm de espessura nas paredes estruturais, suportando toda a carga do edifício, do primeiro ao vigésimo oitavo andar, edifício que demonstra bem a capacidade da alvenaria como solução estrutural.



Fig. 2.13 – Vista noturna de uma parte do Hotel Excalibur em Las Vegas, nos EUA. [9]

2.3 COMPETITIVIDADE DA ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS

Conforme se abordou no ponto anterior, mesmo com todo o desenvolvimento que as estruturas de betão e aço tiveram em todo o mundo, em alguns países o aumento da importância relativa das alvenarias foi notório, construindo-se mesmo obras de referência em alvenaria estrutural, na era do betão e do aço, nomeadamente no Brasil e em países onde não existe uma grande actividade sísmica.

É notória a importância das alvenarias e a sua utilização enquanto elemento de construção. Por todo o mundo foram criados blocos e tijolos com as mais variadas formas assentes com argamassa. Contudo nos capítulos seguintes serão focados os blocos de solo-cimento de encaixe sem argamassa nas juntas, utilizados em muitas construções em Angola bem como noutros países, nomeadamente em África e América Latina. Como se verificou as vantagens das alvenarias como elemento estrutural são grandes, daí a necessidade de uma melhoria contínua na forma dos blocos e tijolos, com vista a melhorar o desempenho não só estrutural mas também térmico e acústico.

Novas formas de encaixe dos blocos foram surgindo com vista a otimizar e aumentar o rendimento na sua aplicação, bem como garantir maior perfeição na execução das paredes. Uma das formas foi conseguida à custa de blocos de encaixe sem juntas de argamassa verticais e horizontais.

Antes de entrar nos blocos de solo-cimento, suas formas e aplicações, convém fazer uma apresentação geral sobre os blocos de encaixe mais usados, que não necessitam de argamassa nas juntas. Os blocos de solo-cimento da HYDRAFORM, a apresentar nos capítulos seguintes, baseiam-se num sistema de encaixe, sem argamassa nas juntas.

É apresentada em seguida uma síntese das principais vantagens e desvantagens da alvenaria estrutural de blocos, para edifícios de pequeno porte, sobretudo para moradias unifamiliares. Esta constitui a solução mais interessante e competitiva do mercado, sobretudo em países com elevados défices de habitação construída sejam eles países desenvolvidos ou subdesenvolvidos. A solução de alvenaria estrutural constitui a solução de base mais adequada pois consegue recorrer à mão-de-obra com diversos graus de especialização e a produtos de base (Blocos) com variados níveis de complexidade, dependendo do país em questão.

a) PRINCIPAIS VANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS

- Técnicas de execução simplificadas proporcionando maior rapidez à construção por se tratar de uma construção racionalizada;

- Menor diversidade de materiais empregues durante a construção, vigas e pilares, e no caso de blocos aparentes, dispensam o revestimento externo;

- Redução no número de especializações da mão-de-obra ocupada, como por exemplo o carpinteiro e o ferrageiro;

- Eliminação de interferências, no cronograma de trabalhos, entre os subsistemas construtivos, a existência de apenas um elemento para assumir as múltiplas funções é bastante vantajosa, não só pela facilidade construtiva que proporciona, mas também por eliminar problemas que surgem nas interfaces entre estes subsistemas construtivos.

b) PRINCIPAIS DESVANTAGENS DA ALVENARIA ESTRUTURAL DE BLOCOS

-Condicionamento arquitectónico, pois não permite que depois de construído o edifício, se façam alterações significativas, como remover eventuais paredes interiores com o propósito de modificar o espaço ou reajustá-lo a uma nova realidade de utilização;

-Para garantir um bom desempenho da alvenaria, esta é altamente influenciada por factores inerentes à maneira como é projectada e executada, exige um controlo de qualidade eficiente quer ao nível dos materiais quer ao nível da mão-de-obra.

2.4 SOLUÇÕES NORTE-AMERICANAS DE BLOCOS SEM ARGAMASSA NAS JUNTAS

2.4.1 OBJECTIVO

O objectivo da apresentação destas soluções, a maioria norte-americanas, teve que ver com o facto de todas elas terem algo em comum com os blocos de solo-cimento que pretendemos estudar. A execução de paredes de alvenaria baseia-se no mesmo princípio os “Blocos de Encaixe”. Fala-se naturalmente de tecnologia de fabrico mais avançada não utilizada em países subdesenvolvidos, contudo a análise cuidada destes blocos pode servir de exemplo, para uma melhoria dos actuais blocos de solo-cimento da Hydraform utilizados em Angola. Numa análise aos blocos apresentados verificamos diversas formas, cada uma com as suas vantagens e desvantagens nas diversas aplicações. Poderíamos referenciar inúmeros blocos que existem por todo o mundo, não tinha obviamente interesse, daí os blocos que se apresentam no ponto 2.4.2 serem todos eles de encaixe, soluções mais avançadas em termos tecnológicos, mas com o mesmo princípio dos blocos de solo-cimento da Hydraform. Os blocos apresentados têm em vista a obtenção da solução mais interessante e competitiva do mercado, estas soluções são adoptadas essencialmente na construção de moradias unifamiliares nos EUA. Uma das grandes vantagens destes blocos, no caso dos EUA, é o facto de muitas vezes, serem vendidos como um produto do tipo "faça você mesmo", o que potencia a autoconstrução, dada a facilidade com que se aplicam e se constroem as paredes de alvenaria, este é um dos pontos fulcrais para a utilização de blocos de solo-cimento com encaixe do tipo dos da Hydraform, ou os utilizados no Brasil o chamado Tijolito, bem como a facilidade com que se promove a auto-construção.

2.4.2 BLOCOS DE ENCAIXE UTILIZADOS ESSENCIALMENTE NOS EUA

Neste ponto são apresentados alguns dos blocos de encaixe com maior expressão nos EUA, as figuras representam bem o grau de complexidade e pormenorização dos mesmos, bem como as diversas peças que funcionam como acessórios e garantem a facilidade de construção.

a) BLOCOS DA “AZAR BLOCK” NOS EUA

O sistema Azar Block foi lançado em 1997, inicialmente desenvolvido para a construção de fundações de casas (Caves de vivendas unifamiliares). Depois dos blocos assentes estes serviam como cofragem, o interior cheio, com betão pronto, cria assim um muro em betão, deixando os varões verticais amarrados à fundação. Tornando-se muito fácil em cada duas ou três fiadas, conforme a necessidade, colocar o varão na horizontal, permitindo criar uma malha no interior do muro. Depois de betonado, a parede funcionava efectivamente como uma parede de betão armado.



Fig. 2.14 – Blocos de Encaixe da AZAR BLOCK (Fonte: <http://www.azarblock.com>)

O assentamento da 1ª fiada é feito com argamassa, à semelhança do que acontece nas paredes de blocos de solo-cimento da “Hydraform”, garantindo a ligação à estrutura de suporte “Ao piso ou Fundação “. Com a 1ª fiada perfeitamente nivelada e alinhada, as seguintes são só de encaixe, tornando assim o sistema muito fácil e prático de executar.



Fig. 2.15 – Parede de alvenaria com Blocos de Encaixe da AZAR BLOCK (Fonte: <http://www.azarblock.com>)

A grande vantagem deste sistema é a possibilidade de reforço com armadura e betão, óptimo como já referido na construção de caves ou paredes com maiores exigências em termos estruturais, é de fácil assentamento pois os blocos possuem encaixe na junta vertical e horizontal. Permitem com muita facilidade a introdução das instalações, como se verifica na figura 2.16.



Fig. 2.16 – Paredes de alvenaria com Blocos de Encaixe da AZAR BLOCK (Fonte: <http://www.azarblock.com>)

Podem ainda ser construídas paredes com face à vista sem a necessidade de reboco como indicado na figura 2.17. São muito usadas para paredes exteriores de moradias, na construção de paredes de armazéns industriais, já que a solução permite que se execute a parede sem a necessidade de efectuar qualquer tipo de reboco em qualquer das faces. Esta é outra das particularidades que é comum aos blocos de solo-cimento da Hydraform, sem a necessidade de efectuar qualquer reboco nas paredes, o que acaba por trazer uma redução de custos à construção.



Fig. 2.17 – Parede de alvenaria de face à vista com blocos de encaixe da AZAR BLOCK

Fonte: <http://www.azarblock.com>

b) BLOCOS DA “DURISOL” NOS EUA

A Durisol encontra-se na América do Norte desde 1953, com soluções ecológicas que visam a reciclagem de resíduos de madeiras, nomeadamente as fibras de madeira às quais é adicionado cimento, criando produtos com diversas formas como é o caso dos blocos. Estes são leves e resistentes, não apodrecem, já que o cimento lhe confere a durabilidade pretendida. Trata-se de um material incombustível assim como o isolamento que compõe o bloco. Se necessário é fácil cortá-lo com uma serra de madeira ou mesmo de pregar qualquer outro material no próprio bloco, sendo um material leve e resistente, de fácil aplicação de grande isolamento térmico. É um bloco óptimo para usar em países frios daí a sua aplicação na América do Norte.



Fig. 2.18 – Blocos de Encaixe da DURISOL (Fonte: <http://www.durisolbuild.com>)

Têm a facilidade de serem reforçados com aço e betão garantindo assim o aumento da resistência e estabilidade das estruturas construídas com estes blocos. Neste caso os blocos com maior espessura, são aplicados nas envolventes exteriores. Têm acoplado ao próprio bloco o material de isolamento, melhorando assim a resistência térmica do bloco, garantindo um bom desempenho da parede de alvenaria sob o ponto de vista térmico. Tratando-se de um bloco excelente para países onde as temperaturas baixas são significativas. Este é um caso de construção sustentável ou ecológica, onde com o reaproveitamento dos resíduos de madeira se fabricam blocos para a construção.

c) BLOCOS DA “ENDURA” NOS EUA

O Endura Wall System, é um sistema de paredes de alvenaria com mais de 20 anos nos EUA, usado na construção de edifícios de elevado padrão de qualidade, quer residenciais, comerciais ou de edifícios do estado.

O isolamento térmico de poliestireno expandido EPS, funciona como isolante e como sistema de encaixe. O sistema tem pontos definidos pela solução para o reforço com varões de aço, garantindo a estabilização das alvenarias, tratando-se de uma alvenaria sem juntas argamassadas, solução muito competitiva em construções de pequeno porte como é o caso de vivendas unifamiliares onde se encontra a sua maior aplicação.

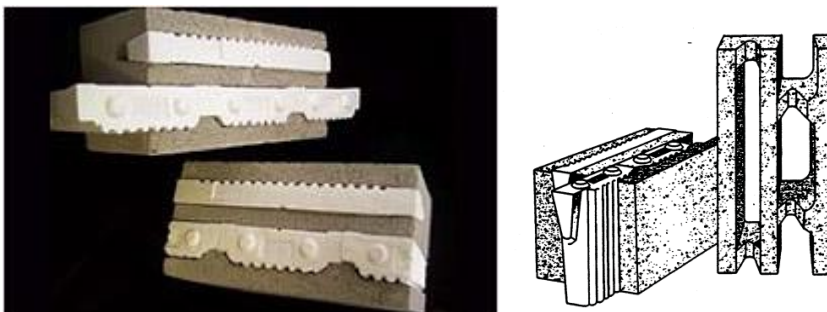


Fig. 2.19 – Fotografia dos blocos de encaixe da ENDURA (Fonte: <http://www.endurablock.com>)

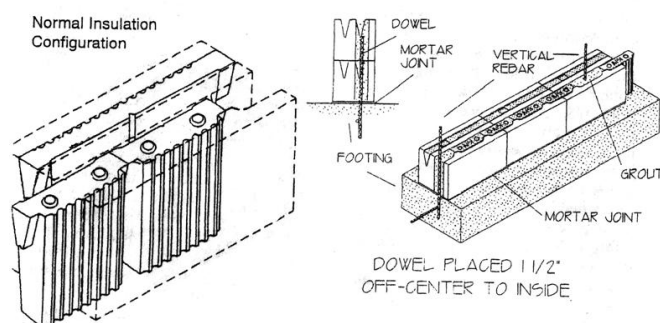


Fig. 2.20 – Esquema de blocos de encaixe da ENDURA (Fonte: <http://www.endurablock.com>)

d) BLOCOS DA “FASWALL” NOS EUA

Os blocos da Faswall, são também Norte Americanos em tudo idênticos aos da Dourisol, a única diferença reside na geometria do bloco, os encaixes são diferentes, mas em tudo o resto aplica-se o que foi dito para os blocos da Dourisol, a facilidade de serem reforçados, a questão do isolamento térmico, a leveza e boa resistência mecânica bem como a facilidade com que se trabalha este tipo de material. Nota-se que neste bloco as juntas verticais não se sobrepõem, como acontece no bloco da Dourisol, isso tem exactamente a ver com a alteração da geometria do bloco.

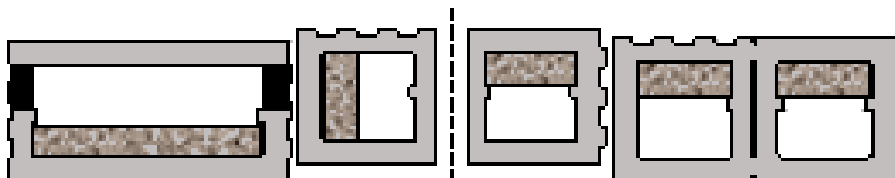


Fig. 2.21 – Blocos de encaixe da FASWALL (Fonte: <http://www.faswall.com>)



Fig. 2.22 – Fotografia dos blocos de encaixe da FASWALL (Fonte: <http://www.faswall.com>)



Fig. 2.23 – Paredes com blocos de encaixe da FASWALL (Fonte: <http://www.faswall.com>)

e) BLOCOS DA “HAENER BLOCK ” NOS EUA

É um dos mais antigos sistemas de alvenaria com assentamento a seco, sem juntas argamassadas, utilizado nos EUA. Foi desenvolvido na década de 1970, não tem uma aplicação dominante, mas é largamente vendido como um produto do tipo "faça você mesmo" na região de Los Angeles [4].

Trata-se de um tipo de material de fácil aplicação, com rendimento na sua aplicação muito superior ao bloco convencional, a mão-de-obra não necessita de ser especializada daí, (um produto faça você mesmo), a sua execução é como uma montagem de Legos. Na figura 2.25 podemos observar a facilidade com que se cria uma coluna que pode ser reforçada com aço e betão, criando assim um elemento de grande resistência, sem a necessidade recorrer a cofragens e com a possibilidade do exterior ficar acabado, sem qualquer tipo de reboco, usando os blocos normais ou ornamentados.

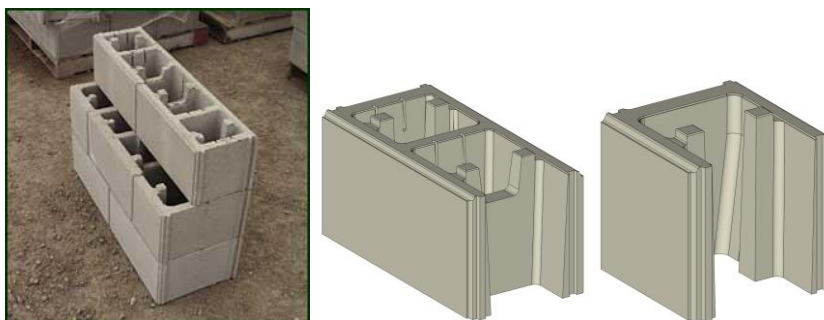


Fig. 2.24 – Fotografia dos Blocos de Encaixe da Haener Block (Fonte: <http://www.haenerblock.com>)

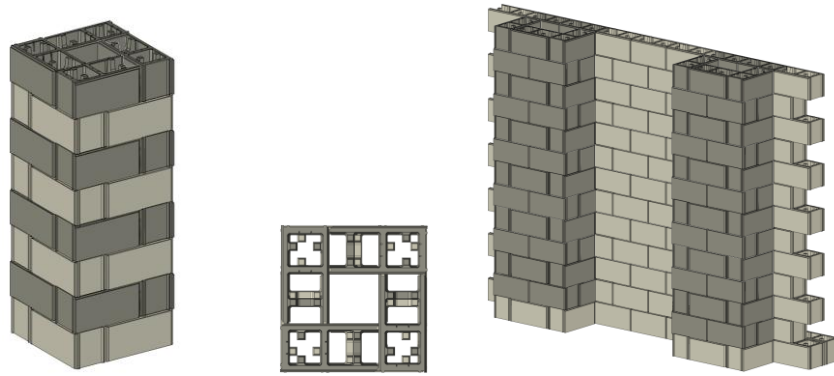


Fig. 2.25 – Colunas com blocos de Encaixe da Haener Block (Fonte: <http://www.haenerblock.com>)

Outra das grandes vantagens deste sistema, é a possibilidade dos pavimentos apoiarem sobre o bloco, como se vê na figura 2.26, para isso executa-se a alvenaria inferior ao pavimento com blocos mais largos, onde a metade do bloco serve de apoio ao pavimento, e a outra metade permite o encaixe perfeito para o seguimento do pano de alvenaria para o andar superior. Normalmente os pavimentos são executados em madeira não só para aliviar as cargas transmitidas à estrutura, mas também porque nos EUA a construção em madeira em pequenas construções como moradias, sempre foi preferida relativamente a outros pavimentos como lajes em betão, aligeiradas ou mistas aço-betão.

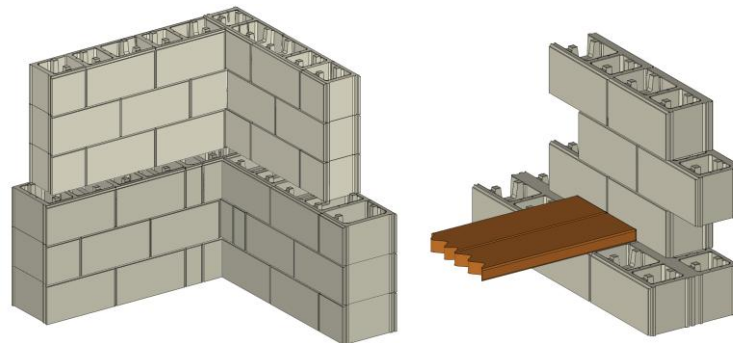


Fig. 2.26 – Apoio dos Pavimentos nas paredes de blocos de encaixe da Haener Block

Fonte: <http://www.haenerblock.com>

A figura 2.27 apresenta uma parede de alvenaria com uma textura rugosa, criando soluções arquitectónicas inovadoras e elegantes.

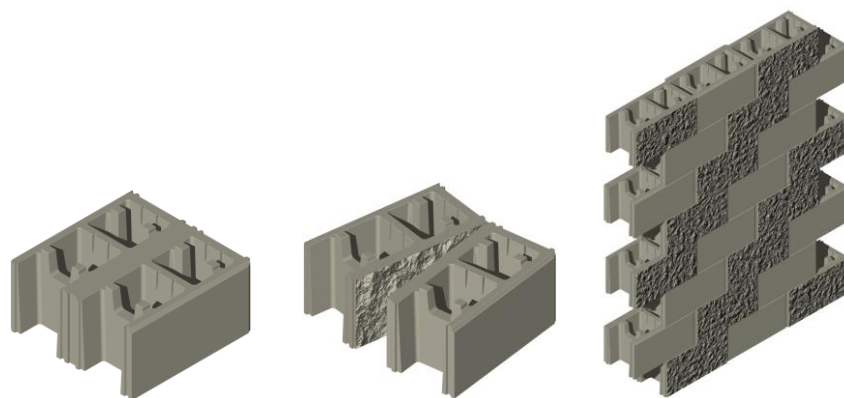


Fig. 2.27 – Blocos de Encaixe da Haener Block Ornamentais (Fonte: <http://www.haenerblock.com>)

f) BLOCOS DA “SMART MASONRY” NA AUSTRÁLIA

O sistema australiano denominado Smart Masonry consiste em blocos de betão fabricados com tolerâncias dimensionais rigorosas, cujos detalhes permitem o assentamento a seco. Na figura 2.28 é apresentado o bloco padrão de dimensões (398,5 x 150 x 200 mm) (comprimento, largura e altura) [4].

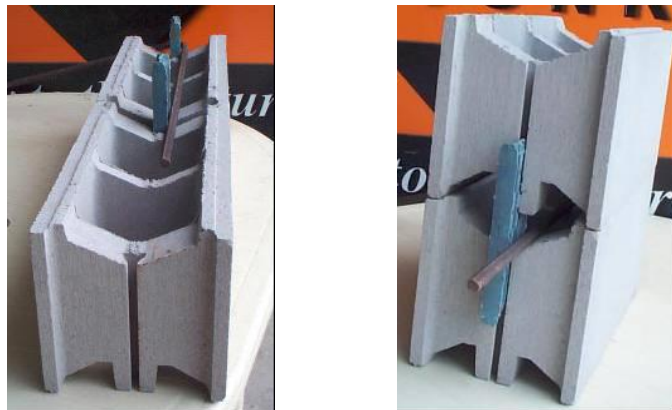


Fig. 2.28 – Blocos de encaixe Smart Masonry [4]

Nota-se que o alinhamento entre as fiadas e o controle da altura é feito pela peça de plástico que encaixada na lateral do bloco, como mostra a figura 2.28, é mais um dos sistemas sem juntas argamassadas e com o sistema de encaixe.

g) BLOCOS DA “FLEXLOCK” NOS EUA

O sistema FlexLock, figura 2.29, foi desenvolvido pela Cecorp Initiatives, Inc. Este sistema é, segundo o fabricante, o único em que a alvenaria com função estrutural não tem argamassa nem betão nas zonas dos furos do bloco. Trata-se de uma alvenaria em pós-tensão fig. 2.30, o sistema oferece rapidez na construção por meio do travamento entre os componentes. Segundo o fabricante, o sistema é utilizado para aplicações residenciais, comerciais e industriais, e foi concebido para absorver todos os tipos de esforços.

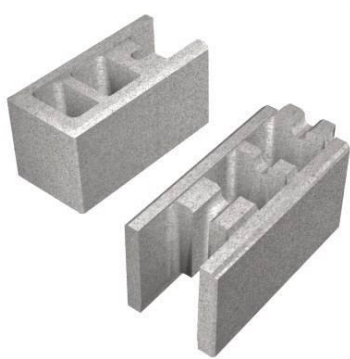


Fig. 2.29 – Blocos da FlexLock (Fonte: <http://www.flexlock.com>)

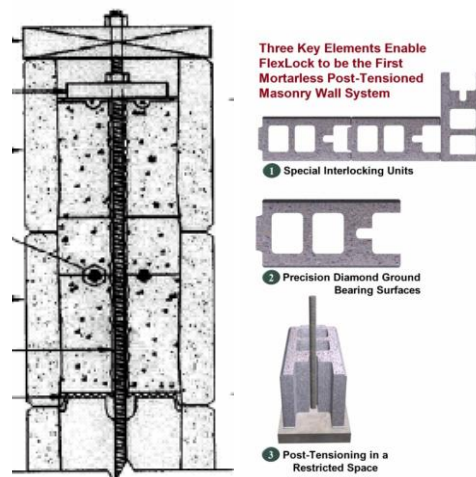


Fig. 2.30 - Sistema de Pré-esforço dos Blocos FlexLock (Fonte: <http://www.flexlock.com>)

Como se pode verificar os sistemas com blocos de encaixe são um grande universo no mundo das alvenarias. Tendo neste caso, um interesse maior os blocos de solo-cimento usados no Brasil ou em África zonas do mundo menos desenvolvidas. Também em países desenvolvidos como os EUA o Canadá e Austrália, os sistemas com blocos de encaixe são uma realidade há muitos anos como se viu no ponto anterior, visaram a optimização das construções de pequeno porte como era o caso de construção de moradias unifamiliares. Em países onde o défice de construção é elevado ou se pretende de uma forma significativa dar acesso a casa própria à maioria da população sendo necessário apostar no desenvolvimento deste tipo de soluções que tornam possíveis construções mais económicas. A redução de custos tem a ver com a rapidez de execução e uma poupança em mão de obra e materiais.

Como se trata de países desenvolvidos e ricos o objectivo foi sempre a aposta em materiais com base no cimento, nunca existiu uma aposta forte no que diz respeito à construção com blocos de solo-cimento. Nos países desenvolvidos como se utiliza equipamento de alta tecnologia para o fabrico dos blocos, sempre existiu como se viu no ponto anterior a preocupação em fabricar peças acessórios com vista à melhoria e optimização dos sistemas construtivos. Uma das falhas em muitos dos sistemas usados em países em vias de desenvolvimento, é a falta de tecnologia que leva à simplificação dos sistemas e por sua vez à quase inexistência de peças acessórios que dificultam assim o processo construtivo, como acontece com os blocos de solo-cimento da Hydraform, que se apresentam nos capítulos 3 e 4.

2.5 BLOCOS DE BTC (BLOCOS DE TERRA COMPACTADA) USADOS EM CONSTRUÇÃO CORRENTES

Os blocos de solo-cimento são usados um pouco por todo o mundo. Este trabalho irá dar especial atenção aos blocos utilizados em Angola, provenientes do Brasil e África do Sul.

É inegável, porém, que, por não se ter o mesmo rigor de desempenho térmico das edificações europeias, as construções em alvenaria de bloco simples, soluções de uso generalizado no Brasil e África ganham maior relevância.

2.5.1 SISTEMA DE CONSTRUÇÃO COM BLOCOS DE SOLO-CIMENTO NO BRASIL

Estes tijolos desenvolvidos no Brasil e aplicados um pouco por todo o lado, inclusive em Angola, têm particularidades que não tem o Bloco da HYDRAFORM sendo também blocos de solo-cimento, mas com um formato que permite o reforço das paredes de alvenaria e a colocação das instalações de forma fácil, daí o interesse na apresentação desta tecnologia em tudo idêntica à da Hydraform, excepto nas formas.



Fig. 2.31 – Vista do Tijolo de Solo-Cimento “Desenvolvido no Brasil” (Fonte: <http://www.monteirotijolos.com>)

Esta forma é perfeita para a execução dos cantos bem como para o cruzamento de paredes. Este tijolo de solo-cimento é fabricado em prensas manuais como a que se indica na figura 2.9 ou prensas hidráulicas como na figura 2.10. Sobre este material existem inúmeros trabalhos de investigação, essencialmente sob o ponto de vista estrutural.

Como se apresenta na figura 2.33, além do elemento de base, tem como acessórios o meio tijolo e o tijolo com forma de “U”, que permitindo a execução de padieiras de portas e janelas sem ter de recorrer a uma viga de padieira, o que constitui uma grande vantagem. Como iremos ver nos capítulos seguintes esse é um dos grandes problemas nos blocos da Hydraform, assim como para o remate final da parede, onde a forma em “U” permite executar um lintel que serve de confinamento à parede, ou paredes, e por sua vez serve de apoio aos pavimentos.

Os tijolos podem ter as seguintes formas:

- Inteiro;
- Metade;
- Em “U”;

Há vários formatos e tamanhos, porém o mais utilizado é o 25x12,5x6,25.

Este tijolo foi aprovado e regulamentado pela ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.



Fig. 2.32 – As várias Formas do Tijolo Ecológico de Solo-Cimento “Desenvolvido no Brasil”

Fonte: <http://www.monteirotijolos.com>

Estes tijolos de solo-cimento são aplicados com ou sem argamassa nas juntas horizontais, existindo a possibilidade de colocar um varão de aço nos orifícios do tijolo. Nesse caso, o varão é ancorado na fundação e vem até ao nível do pavimento, sendo totalmente cheio com betão, pois isso permite um incremento na resistência das paredes de alvenaria. No limite, todos os orifícios são preenchidos. Estes orifícios do tijolo são de uma vantagem extraordinária para a colocação das instalações hidráulicas e eléctricas, resolvendo assim de forma mais eficiente, um dos problemas que surge no bloco da Hydraform pelo facto de este ser todo maciço.



Fig. 2.33 – Aplicação do Tijolo de Solo-Cimento “Desenvolvido no Brasil” (Fonte: <http://www.monteirotijolos.com>)

Este tijolo, proporciona um baixo consumo de energia no seu fabrico e daí, ser muitas vezes designado por *Tijolo Ecológico*, ou ainda Tijolo Estrutural, Tijolo de Encaixe ou Tijolo Modular de Solo-Cimento. Tendo em consideração que neste campo as exigências no Brasil não são as mesmas que tem a Europa, até porque estamos a falar no geral de climas mais amenos, este tijolo permite uma solução bastante económica e com desempenho térmico aceitável. Possui ainda outra qualidade pelo facto de ser um produto mais amigo da natureza. Também devido às suas faces lisas e com duplo encaixe, a parede mantém o seu nivelamento e bom acabamento, o que oferece beleza e harmonia à parede e por sua vez à construção.

2.5.1.1 OUTRAS FORMAS E DIMENSÕES

a) BLOCO ECOLÓGICO OU DE SOLO-CIMENTO DE ENCAIXE NAS QUATRO FACES

São constituídos por sistemas de encaixe do tipo macho versus fêmea. Quando colocados uns sobre os outros, proporcionam mais segurança e uniformidade à construção. Esses encaixes foram desenvolvidos para ampliar a resistência da estrutura, além de facilitar a sua colocação e diminuir drasticamente o tempo execução das alvenarias, com objectivo de diminuição de custos.



Fig. 2.34 – Bloco Ecológico de Encaixe nas Quatro Faces, de Solo-Cimento (Fonte: www.ecomaquinas.com)

b) BLOCO ECOLÓGICO OU DE SOLO-CIMENTO TRILHO



Fig. 2.35 – Bloco Ecológico Trilho, de Solo-Cimento (Fonte: www.ecomaquinas.com)

c) BLOCO MODULAR CANALETA PADRÃO

O mais utilizado é o bloco de encaixe com furos, apesar do bloco canaleta ou “U” sem furos também ser muito utilizado. A principal característica é o fato de ser colocado em diversas posições. Serve como lintel nos peitoris das janelas bem como nas padieiras das portas e janelas, bem como para confinar a parede ou paredes de alvenaria, como se mostra na figura 2.37. Este bloco canaleta permite confinar dos panos de alvenaria, sem que para isso tenha de se recorrer a uma viga com faces à vista. É um dos condicionalismos que apresentam os blocos da Hydraform, não possuem um molde que permita fazer um bloco modular em forma de canaleta ou “U”.



Fig. 2.36 – Bloco Modular Canaleta Padrão ou “U”, de Solo-Cimento (Fonte: www.ecomaquinas.com)

d) BLOCO DE SOLO-CIMENTO PARA FORMAR COLUNAS

Outra das vantagens deste bloco de Solo-Cimento, é a facilidade com que se constroem pilares com todas as faces perfeitas, fazendo a alternância na posição dos blocos em cada fiada, colocando em cada orifício um varão que é ancorado à fundação sendo de seguida os orifícios cheios com betão. Executam-se assim pilares sem a necessidade de grandes quantidades de armadura e betão ou mesmo de cofragem.



Fig. 2.37 – Bloco Modular de Solo-Cimento Para Executar Pilares (Fonte: www.ecomaquinas.com)

e) BLOCO ECOLÓGICO OU DE SOLO-CIMENTO MACIÇO

Os blocos maciços em vários modelos com encaixe redondo, trilho, com arestas (6 x 6 mm vista aparente), de um lado com aresta e outro liso ou liso / liso dos dois lados, normalmente são usados só nas primeiras fiadas. A partir daí normalmente usam-se os blocos furados por causa da colocação das instalações hidráulicas e eléctricas. É muito utilizado na construção de paredes aparentes de acabamento liso perfeito, como churrasqueiras, lareiras, fornos, pisos, jardins entre outros. Para a construção de paredes de alvenaria de habitações, não são os mais utilizados, já que as formas vistas anteriormente resolvem melhor os problemas ligados às instalações e eventuais reforços da parede.



Fig. 2.38 – Bloco Modular Maciço de Solo-Cimento (Fonte: www.ecomaquinas.com)

Quaisquer que sejam as dimensões dos Blocos de Solo-Cimento, a grande mais-valia do sistema associa-se à existência do meio bloco bem como o bloco em “U”, que permitem ultrapassar sem grandes dificuldades a execução de vãos nas paredes.

Como se verá mais adiante, os blocos da Hydroform são blocos maciços, com encaixe na horizontal e vertical, sem acessórios, o que constitui uma clara limitação e menor valia da solução.

2.5.1.2 A CONSTRUÇÃO COM TIJOLOS OU BLOCOS DE SOLO-CIMENTO NO BRASIL

a) EXECUÇÃO DE FUNDAÇÕES

À semelhança do que vamos ver com a construção com blocos da Hydroform, as fundações podem ser executadas com uma fundação contínua sob o muro de alvenaria como se apresenta na figura 2.40, ou criando um ensoleiramento geral, onde a laje ocupa toda a área a construir. Na opinião do autor o ensoleiramento é melhor solução, uma vez que existe uma distribuição uniforme das cargas das paredes para a fundação, e com isso um menor risco de ocorrerem assentamentos diferenciais entre panos de alvenaria, contudo torna-se uma fundação mais cara. É necessário efectuar uma análise cuidada ao tipo de solo da fundação e a eventuais níveis freáticos próximos da superfície. No caso de níveis freáticos próximos da superfície, aí sim a escolha do ensoleiramento geral é mais aconselhável. Nesta fase é importante ter já em consideração a execução de todo o tipo de instalações.



Fig. 2.39 – Fundações para Assentamento dos Blocos Modulares de Solo-Cimento

Fonte: www.monteirotijolos.com

b) EXECUÇÃO DE ALVENARIAS

As alvenarias são erguidas depois de executada a fundação, pois o ideal como se vê na fig.2.41, é que se executem as paredes depois do piso se encontrar betonado, esta é uma questão que não se coloca quando a opção é o ensoleiramento geral, pois permite maior facilidade na limpeza e melhor organização do trabalho.



Fig. 2.40 – Assentamento do Blocos Modulares de Solo-Cimento (Fonte: www.monteirotijolos.com)

Outra das questões tem a ver com as instalações, são colocadas à medida que as paredes crescem, como se vê na figura 2.42, sem a necessidade de posteriormente ter de abrir e tapar roços, até porque em paredes de bloco com face à vista ter de abrir e tapar roços torna o problema de difícil resolução, como acontece com os blocos da Hydraform.



Fig. 2.41 – Paredes com Blocos Modulares de Solo-Cimento (Fonte: www.monteirotijolos.com)



Fig. 2.42 – Execução de uma Laje de Escadas (Fonte: www.monteirotijolos.com)



Fig. 2.43 – Paredes Estruturais com Blocos de Solo-Cimento (Fonte: www.monteirotijolos.com)

c) EXECUÇÃO DE LAJES

As lajes transmitem as cargas para as paredes que possuem função estrutural como se vê nas figuras 2.45 e 2.46, não havendo a necessidade de qualquer cofragem ou escoramento das paredes, mas apenas o escoramento a meio vão da laje onde leva um ou mais tarugos e respectivo escoramento. Uma outra vantagem tem a ver com a possibilidade de o topo da laje ficar com o bloco à vista, permitindo que a face exterior o pano de alvenaria seja contínuo, sem a interrupção do mesmo com uma eventual viga de apoio. Este é outro ponto de difícil tratamento nos blocos da Hydraform.

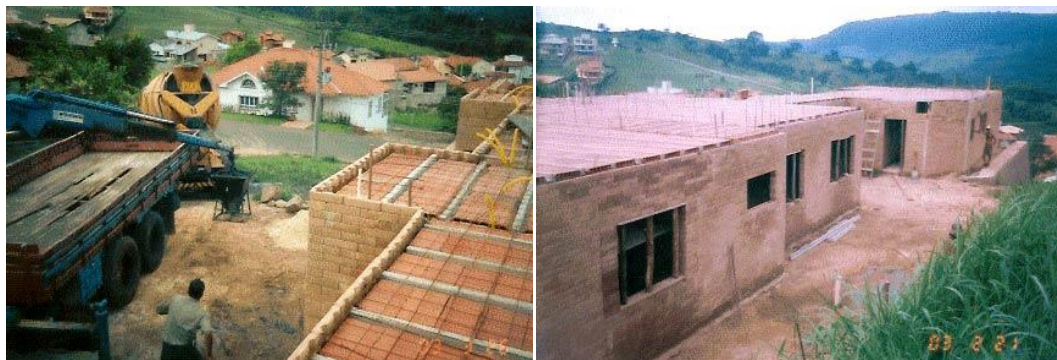


Fig. 2.44 – Lajes Apoiadas em Paredes de Alvenaria de Blocos de Solo-Cimento
Fonte: www.monteirotijolos.com

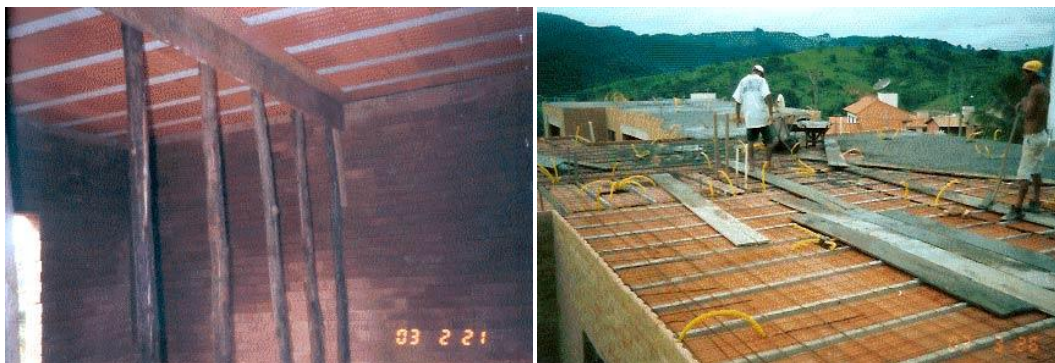


Fig. 2.45 – Lajes Apoiadas em Paredes de Alvenaria de Blocos de Solo-Cimento

Fonte: www.monteirotijolos.com

d) EXECUÇÃO DE COBERTURAS

Tipicamente as coberturas em estruturas de alvenarias são construídas em madeira, pois além de uma redução significativa do valor das cargas tem também o efeito rústico que a madeira cria. Muitas vezes neste tipo de construção os próprios pavimentos são executados em madeira.



Fig. 2.46 – Coberturas em Madeira Apoiadas em Paredes de Alvenaria de Blocos de Solo-Cimento

Fonte: www.monteirotijolos.com

e) CONSTRUÇÃO DE PISCINAS

Como se pode verificar na figura 2.48, os blocos de solo cimento podem ser utilizados mesmo onde os impulsos laterais são elevados, como é o caso de tanques, reservatórios ou piscinas. Uma forma de reforçar as paredes consiste em encher todos os furos do bloco com betão com a respectiva armadura.

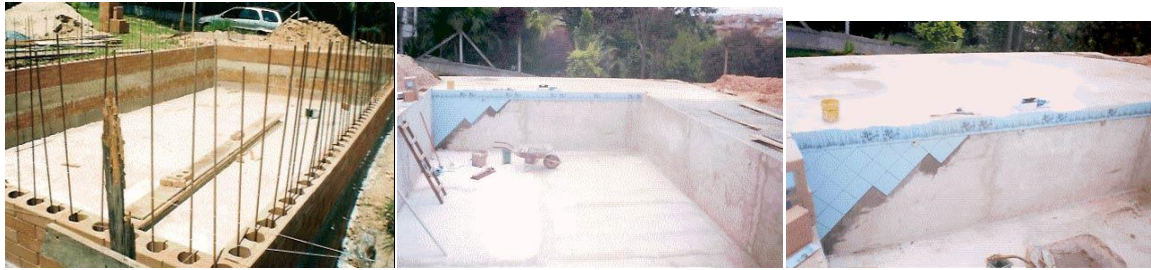


Fig. 2.47 – Piscinas com Paredes de Alvenaria de Blocos de Solo-Cimento (Fonte: www.monteirotijolos.com)

f) EXEMPLOS DE ALGUMAS MORADIAS CONCLUÍDAS

Como se pode verificar nas fotos da figura 2.49, construções de alvenarias com blocos de solo-cimento nem sempre estão associadas a construções de baixo custo com fracos acabamentos, como sempre que se fala em habitações com blocos de solo-cimento erradamente se deduz.



Fig. 2.48 – Obras com Blocos de Solo-Cimento (Fonte: www.monteirotijolos.com)

2.5.2 EXEMPLOS QUE MARCARAM A CONSTRUÇÃO COM BLOCOS DE SOLO-CIMENTO NO BRASIL E ANGOLA

Segundo JOÃO ASSIS [9], blocos encaixáveis, podem ser utilizados, sem risco, em construções habitacionais de um e dois pavimentos. A edificação apresentada na figura 2.50 foi construída em Brasília – Distrito Federal do Brasil numa feira de tecnologias de baixo custo. Na época foram reunidas mais de vinte tecnologias, utilizando-se vários materiais de construção. A casa da figura 2.50, construída com blocos de solo-cimento, foi extremamente bem recebida pela comunidade local.



Fig. 2.49 – Casa construída em Brasília – Distrito Federal – 1992 [9]

Depois desta amostra, a empresa construtora foi convidada a participar num concurso, onde acabou por construir 707 casas com 23 m², a agência do Banco do Brasil, uma Escola e casas com um padrão de qualidade mais elevado para funcionários municipais, na cidade de Palmas, capital do Estado de Tocantins.

Outro exemplo é o escritório no Terminal Intermodal figura 2.51, construído em 1995, na cidade da Serra, no Espírito Santo – Brasil, na altura teve como principal objectivo, divulgar o sistema construtivo em que o principal componente da parede era o bloco de solo-cimento de encaixe. Um dos melhores resultados da aplicação deste bloco ocorreu na cidade de Serra, no estado brasileiro do Espírito Santo, quando os proprietários, após algum treino, executaram a própria construção, sendo já referido como uma das grandes vantagens desta técnica, ou seja a facilidade com que se constrói.



Fig. 2.50 – Escritório do terminal intermodal de Serra do Espírito Santo [9]

A figura 2.52 apresenta uma parte do conjunto Granja de Freitas III, construído em 1997. Foram construídas 146 casas geminadas para famílias que residiam inicialmente em áreas de risco na cidade de Belo Horizonte – Minas Gerais – Brasil. À semelhança deste conjunto, foram construídas 112 casas geminadas para a Caixa Económica Federal, dentro do Programa de Arrendamento Familiar, na cidade de Duque de Caxias no Estado do Rio de Janeiro – Brasil [9].



Fig. 2.51 – Parte do conjunto habitacional Granja de Freitas III com 146 unidades geminadas
Construídas para a Prefeitura de Belo Horizonte – MG

A figura 2.53 é o exemplo de um condomínio com um padrão de qualidade mais elevado, construído em 1998, na cidade de Luanda em Angola – África. Neste condomínio foram edificadas 11 residências com 600 m² cada. O acabamento interno foi executado com bastante qualidade. Os moradores não permitiram que a alvenaria fosse revestida, excepto nas casas de banho e cozinhas, pois esta é uma das grandes vantagens dos blocos de solo-cimento, a possibilidade de uma alvenaria com face à vista.

O condomínio foi construído junto ao Oceano Atlântico, possui um sistema de drenagem de águas residuais e uma estação de tratamento (ETAR só depois de tratadas as águas descarregam no oceano).

Todas as construções de apoio do condomínio foram também executadas com os mesmos blocos de solo-cimento produzidos na própria obra. Nesta cidade, foram construídos outros condomínios fechados, o primeiro com vinte casas para funcionários do Banco Comércio e Indústria e mais três com cento e noventa e duas casas construídas para a concessionária de extracção e exploração de petróleo de Angola, a empresa Sonangol [9].



Fig. 2.52 – Vista da construção do condomínio, em Luanda, Angola [9]

É de salientar que estas construções em Angola com blocos de solo-cimento foram realizadas com o sistema de blocos desenvolvido no Brasil, e não com o sistema de blocos da Hydraform, já que as empresas construtoras eram brasileiras e trouxeram consigo a sua tecnologia, ao contrário de muitas das empresas angolanas que usam o sistema da Hydraform, desenvolvido na África do Sul.

2.5.3 BLOCOS DE SOLO-CIMENTO MAIS USADOS NAS ESTRUTURAS DE ALVENARIA EM ÁFRICA

Os blocos mais usados em África, nomeadamente em Angola, são os blocos da Hydraform, desenvolvidos na África do Sul. Vimos em ponto anterior que em Angola existem construções com o bloco usado no Brasil, por via de construtoras Brasileiras que se encontram a actuar no mercado Angolano. Claramente o bloco de solo-cimento mais utilizado em Angola por empresas angolanas é o Bloco da Hydraform.

O tema deste trabalho desenvolve-se em torno do bloco de solo-cimento mais usado em Angola. O capítulo 3 faz referência a dois exemplos concretos de construção com este tipo de blocos, em obras dirigidas pelo autor, exemplos onde não foi aproveitada a capacidade efectiva deste tipo de material, já que o objectivo da construção com este de material é a obtenção de uma construção mais económica e sustentável, não tendo acontecido neste caso. No capítulo 4 é apresentado um projecto tipo onde se pretende apresentar algumas das potencialidades que este bloco pode ter na construção económica e sustentável em Angola, fazendo a descrição exaustiva do bloco e a forma mais adequada de trabalhar com o mesmo.



Fig. 2.53 – Principais Tipos de Blocos de Solo-Cimento da Hydraform (Fonte: www.hydraform.com)



Fig. 2.54 – Algumas Construções com Blocos de Solo-Cimento da Hydraform (Fonte: www.hydraform.com)

2.5.4 BLOCOS EXPERIMENTAIS DESENVOLVIDOS NA BÉLGICA

Num projecto de investigação desenvolvido entre a Universidade de Leuven na Bélgica e diversas entidades indonésias, descrito na tese de doutoramento [9], foram criados diversos blocos de solo-cimento, representados na figura 2.55, e cuja constituição se descreve genericamente de seguida.

a) Materiais utilizados para a produção dos blocos:

- *Solo-cimento* – os traços utilizados foram 1:6 e 1:10 (cimento:solo), traços, estes em volume. Os responsáveis pelos estudos consideraram essenciais pré-estudos em laboratório para justificar o traço recomendado;
- “*Rice husk ash (RHA)*” – “Cinza de casca de arroz” – A quantidade de cimento relativa a RHA, foi $\frac{1}{4}$, sendo o traço medido em volume. Dois tipos de blocos foram produzidos: os brancos, com a resistência à compressão de 4 MPa, usando cinzas (sílica heterogénea) de fornos, e queimados até 900° C; e blocos pretos, com a resistência à compressão de 1,4 MPa, usando-se cinza de caldeira, e queimados até 1200° C;
- *Betão* – a mistura típica usada foi 1:5:3 (cimento-areia-brita).

É cada vez maior a preocupação em estudar alternativas, com vista à execução de blocos de solo estabilizados sem a adição de cimento, recorrendo a componentes menos consumidores de energia como as pozolanas e a cal, e outros materiais com vista a uma construção sustentável. Os blocos de encaixe podem ser produzidos em moldes especiais, onde a compactação pode ser feita manual ou mecanicamente, como se viu no ponto 2.1, dependendo do tipo de bloco, material usado, qualidade requerida e recursos disponíveis, podendo ser produzidos directamente no local da construção, ou em fábrica com estrutura apropriada.



Fig. 2.55 – Blocos de solo-cimento prensados e desenvolvidos na Universidade Católica de Leuven, na Bélgica e inseridos nos estudos de Bangkok [9]

2.5.5 NOTA FINAL

Qualquer uma das soluções apresentadas está mais desenvolvida tecnologicamente, do que a solução proposta pela Hydraform.

Pretendeu-se com o estudo de outras tecnologias mais desenvolvidas retirar alguns ensinamentos que possam ser incorporados na solução Hydraform, sem custos acrescidos significativos. A tecnologia de fabrico brasileira é idêntica à da Hydraform, contudo na África do Sul não tem existido a sensibilização ou não têm sido entendido como lucrativa a alteração de algumas formas ou moldes do bloco, com vista à criação de algumas novas peças acessórias, que permitam agilizar o processo construtivo e assim melhorar a tecnologia em causa.

3

DOIS EXEMPLOS DE APLICAÇÃO DE BLOCOS DE SOLO-CIMENTO DA HYDRAFORM EM ANGOLA

3.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresentam-se duas obras que representam exemplos de aplicação do bloco de solo-cimento da Hydraform, de uma forma não otimizada da capacidade resistente do material, sendo o primeiro caso o mais notório. Esse primeiro caso refere-se à construção de Bungalows compostos, cada um, por um T1 e 2 T0. Esses Bungalows fazem parte de um Resort, construído na cidade de Luanda com elevado padrão de qualidade, em que o bloco de solo-cimento da Hydraform teve como principal e única função o revestimento das fachadas, em parede dupla sendo a interior em tijolo cerâmico de 11.

No segundo caso trata-se da construção de um refeitório, no estaleiro de uma unidade industrial, onde os padrões de qualidade não são os mesmos do primeiro caso, onde as alvenarias de blocos de solo-cimento da Hydraform funcionaram como paredes simples como acontece na maioria dos casos, das habitações em Angola. Sejam as paredes de alvenaria de blocos de solo-cimento da Hydraform, blocos normais de betão ou tijolo cerâmico, não é habitual em Angola a utilização de paredes duplas, a não ser em casos de construção com elevado padrão de qualidade, ou em edifícios modernos com fachadas que utilizam outros materiais que não as alvenarias correntes, sejam elas quais forem. Neste segundo caso a utilização do bloco de solo-cimento da Hydraform teve uma aplicação mais racional, que vai de encontro ao objectivo deste trabalho, ou seja mostrar as possibilidades da construção com blocos de solo-cimento. Estas podem ser com sistema Brasileiro, como vimos com algum detalhe no capítulo 2 mas muito pouco usado em Angola, ou o Sistema da Hydraform mais utilizado, tendo inclusive a Hydraform uma representação em Luanda. Angola possui bons solos para o fabrico de blocos de solo-cimento em todo o seu território, permitindo que esta construção possa ser uma realidade de sucesso e com futuro, até porque um pouco por todo o mundo industrializado o tema da construção sustentável é alvo de muita investigação, podendo esta solução constituir um bom exemplo.

Angola reúne condições para que seja uma realidade, como vimos no capítulo 2, a construção com blocos de encaixe com soluções mais simples ou mais complicadas. Representam à partida soluções onde a construção é de fácil execução, e onde a mão-de-obra não necessita de ser muito especializada, (como se diz nos EUA faça você mesmo). Isto em países em vias de desenvolvimento, com carências em habitação, é sem dúvida uma grande aposta, tornando possível a realidade da construção de habitação própria, já que com uma pequena prensa manual é possível o fabrico dos BTC (blocos de terra compactada) e com a adição de pequenas quantidades de cimento, e com solos extraídos do próprio local da construção. Esta abordagem ao problema pode melhorar drasticamente a vida de milhões de pessoas no mundo inteiro, que se encontram nos lugares mais remotos do planeta, sem condições mínimas de habitabilidade. Fazê-lo recorrendo à construção com terra e madeira, materiais

oferecidos pela natureza, com recurso a baixos consumos energéticos, é um dos desafios do próximo milénio, principalmente na fase de transição entre o fim da Era dos petróleos e as futuras fontes de energias alternativas. A racionalização da energia vai ser uma realidade das próximas gerações.

3.2 PROJECTO DE CONSTRUÇÃO BUNGALOWS COM TIPOLOGIAS T0, T1 (CASO1)

Trata-se de um projecto que o autor desta dissertação acompanhou, desde a fase de concepção à construção, tendo como principais papéis, a autoria do projecto de betão armado, redes de abastecimento de águas, redes de esgotos a direcção técnica e a gestão da construção. Inúmeras reuniões entre arquitectos e dono de obra levaram ao uso dos blocos de solo-cimento para o revestimento das fachadas.

Normalmente a utilização de blocos de solo-cimento está ou deve estar associada a uma construção económica e a uma construção sustentável. Este foi claramente um caso onde isso não aconteceu, já que a arquitectura e o dono de obra pretendiam criar uma construção de qualidade com gama alta. Não foi assim tida em conta a possibilidade de utilização dos blocos de solo-cimento da Hydraform como principal elemento da construção, e promovendo por exemplo a utilização de estruturas de madeira para a cobertura, soluções que se encontram com alguma frequência associadas às alvenarias de solo-cimento, como vimos no capítulo 2.

A foto da figura 3.1 foi retirada do site da empresa. As imagens 3D que se apresentam neste capítulo são da autoria do gabinete de arquitectura Art'citta - Arquitectura, Publicidade e Design, autor do projecto de Arquitectura, bem como alguns dos desenhos apresentados.



Fig. 3.1 – Vista Panorâmica da zona da Piscina e Planta de Implantação
Fonte: Art'citta - Arquitectura, Publicidade e Design

A figura 3.1 apresenta a planta de implantação relativa à construção do Resort bem como uma imagem 3D da zona da piscina. Esta planta apresenta a primeira solução para a construção do empreendimento. Com o evoluir do empreendimento existiram alterações significativas no que respeita à arquitectura que não interessa aqui apresentar. Trata-se de um empreendimento com cerca de 2 hectares, um terreno com 100 metros de largura e 200 de comprimento, com entrada a sul e áreas de estacionamento na zona da entrada, ficando ao centro uma zona de restauração e piscina central.

Os Bungalows de tipologia (2T0+1T1) que se apresentam neste caso 1, são bem representativos da tecnologia utilizada no restante empreendimento e da forma como foram utilizados os blocos de solo-cimento da Hydraform.

As imagens 3D da figura 3.2 elucidam-nos a qualidade que se pretendia para a construção.



Fig. 3.2 – 3D dos Bangalows, com Tipologias T0 e T1 (Fonte: Art'citta - Arquitectura, Publicidade e Design)

As imagens da figura 3.3 representam os interiores, portas em vidro opaco para as casas de banho e vão da entrada dos apartamentos T0 ou T1, tendo o mobiliário e a decoração sido desenhadas com vista à obtenção de uma construção de excelência, com acabamentos e pormenores ao nível de países mais desenvolvidos.



Fig. 3.3 – 3D dos Interiores dos Bangalows, com Tipologias T0 e T1
Fonte: Art'citta - Arquitectura, Publicidade e Design

a) SOLUÇÃO ADOPTADA

Optou-se pela execução de uma estrutura de betão armado com paredes duplas de alvenaria de tijolo cerâmico no pano interior e blocos de solo-cimento no pano exterior, com divisões interiores em tijolo cerâmico. Os blocos de solo-cimento tiveram como principal função a realização do pano exterior das paredes duplas da envolvente, com um propósito de assegurar um revestimento da fachada do tipo face à vista.

A figura 3.4 apresenta o módulo tipo ou “Bungalow tipo” com um T1 e dois T0, com a particularidade de cada fachada ou alçado só dar acesso a uma entrada. Apresenta-se a planta de cobertura na figura 3.5 o corte na figura 3.6 e o alçado tipo na figura 3.7. Trata-se de uma arquitectura que primou pela simplicidade em termos de geometria, com coberturas de quatro águas de execução simples, com piso térreo elevado relativamente à cota natural, com laje de tecto e laje de cobertura, e um desvão não útil da cobertura.

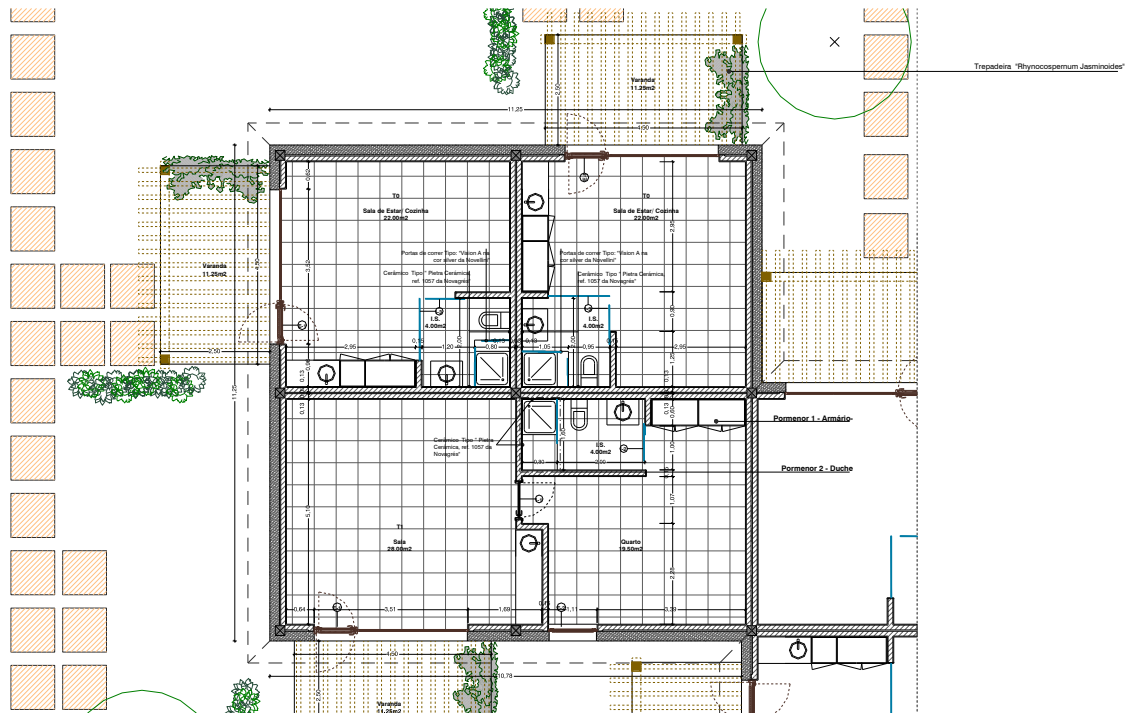


Fig. 3.4 – Planta de Apresentação dos Bangalows T0 e T1
Fonte: Art'citta - Arquitectura, Publicidade e Design

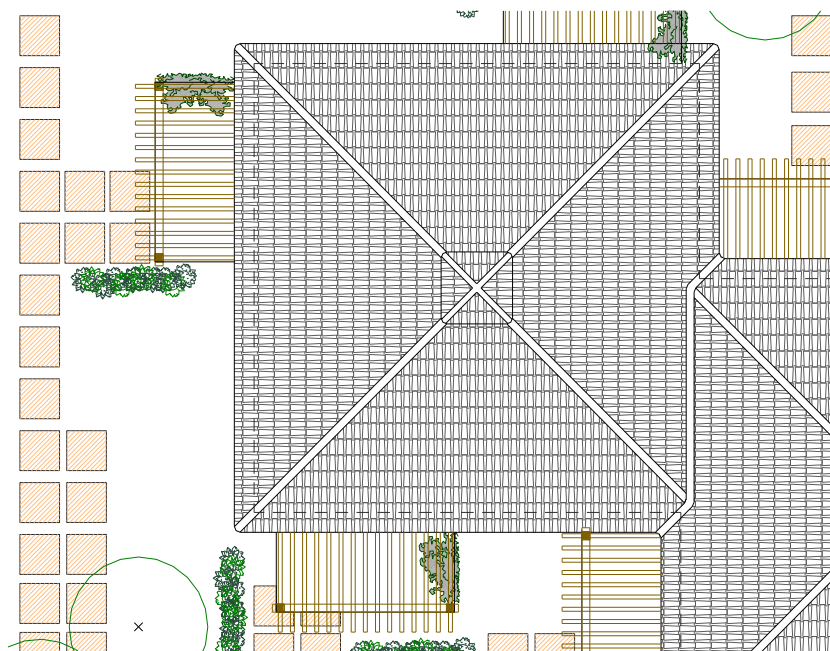
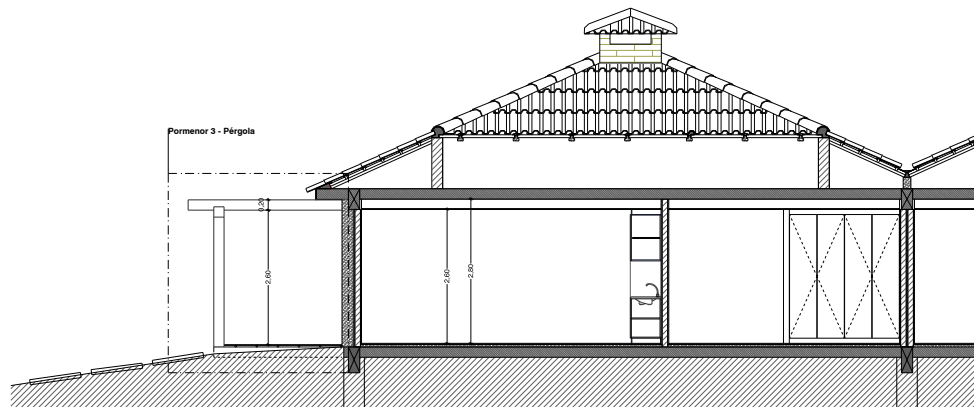


Fig. 3.5 – Planta de Cobertura dos Bangalows T0 e T1
Fonte: Art'citta - Arquitectura, Publicidade e Design



CORTE 1

Fig. 3.6 – Um Corte dos Bungalows T0 e T1
 Fonte: Art'citta - Arquitectura, Publicidade e Design

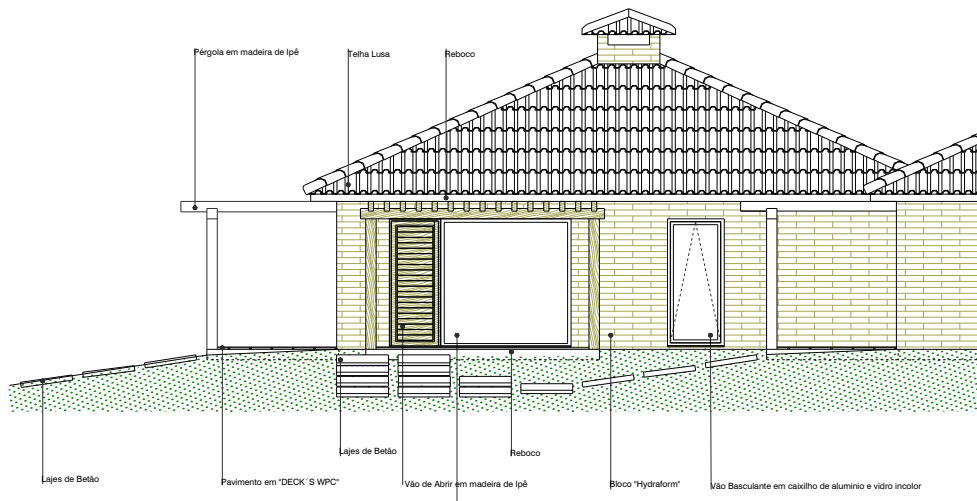


Fig. 3.7 – Alçados dos Bungalows T0 e T1
 Fonte: Art'citta - Arquitectura, Publicidade e Design

Os Bungalows ficaram implantados com uma cota mais elevada relativamente ao terreno natural. Para o conseguir optou-se pela execução de um aterro com aproximadamente um metro de altura garantindo a compactação adequada do mesmo. Quando se iniciou a construção não era fácil a obtenção de terras de empréstimo, daí a opção por uma laje de piso elevado para o rés-do-chão, criando uma caixa-de-ar ventilada por baixo do piso térreo, e permitindo que as instalações hidráulicas se localizam sob o piso térreo, criando uma zona técnica de grande valia, e garantindo a facilidade de manutenção do sistema de drenagem. Em caso de fortes chuvadas, que acontecem com frequência em países tropicais como Angola, era importante garantir boa drenagem em torno dos Bungalows, daí ter sido criado um dreno que canalizava as águas pluviais para poços próprios de recolha (águas pluviais), já que a zona não permitia escoamentos fáceis. Foi uma das razões pelas quais a arquitectura criou um relevo de altos e baixos, garantindo depósitos nas zonas mais baixas. No final da construção houve a necessidade de colocação de aterros em volta dos Bungalows, fazendo assim a modelação do terreno, existindo um cuidado maior com a compactação do solo nas zonas de entrada dos apartamentos. Nesta zona era construído sobre o solo um pavimento para o terraço coberto com as pérgolas de madeira.

b) A EVOLUÇÃO E ALGUNS PORMENORES RELATIVOS À CONSTRUÇÃO

A figura 3.8 representa o início das obras. Como se pode verificar, a estrutura porticada de betão armado levou fundações directas, sapatas isoladas em que as suas dimensões variavam entre $(1,20 \times 1,20 \times 0,30 \text{ m}^3)$ e $(1,40 \times 1,40 \times 0,30 \text{ m}^3)$. Na realidade acabaram por ficar com dimensões 10 a 15% maiores pelo facto da cofragem ser materializada pelo próprio terreno. Sobre a sapata nasce um pilar com secção de $(0,40 \times 0,40 \text{ m})$ até à cota do piso térreo, com altura de 1,0 m a 1,20 m. A partir daí a secção dos pilares reduz para uma secção de $(0,20 \times 0,30 \text{ m}^2)$ com uma altura de 2,80 metros. As vigas de betão armado tinham uma secção de $(0,20 \times 0,45 \text{ m}^2)$ metros, quer ao nível do piso térreo quer ao nível do andar. As lajes que no início das obras começaram por ser aligeiradas passaram de seguida a lajes maciças



Fig. 3.8 – Fotos das Fundações para os Bangalows T0 e T1

Inicialmente existiram vários condicionalismos, um deles os materiais. Não era fácil a obtenção de blocos de betão, para a execução das primeiras fiadas até à cota do piso térreo. Inicialmente os pavimentos eram compostos por lajes aligeiradas, solução abandonada pelo facto de não existir um fornecimento adequado que garantisse cumprir com o planeamento que a obra exigia. Assim a opção pelas lajes maciças, já que a empresa possuía carpintaria própria que inicialmente funcionava num dos armazéns onde se situava o empreendimento, pelo que apoiou a obra no que diz respeito às madeiras de cofragem que se obtinham com relativa facilidade. O aço era outro elemento fácil de obter e o betão era fornecido por uma central de betão pronto que pertencia à empresa. Os custos não cresceram de forma significativa, e a capacidade de produção aumentou de forma exponencial, diminuindo ou mesmo eliminando a dependência do fornecimento dos pré-fabricados. Com o crescimento que o país sofreu em 2008, início da construção deste empreendimento, a escassez de recursos era muita, tornando-se num dos maiores desafios da obra, obrigando a alterar o planeamento diariamente.



Fig. 3.9 – Fotos das Sapatas e Vigas do Piso Térreo para os Bangalows T0 e T1

A utilização dos blocos de solo-cimento da Hydraform assumiu-se como uma opção interessante, já que a empresa possuía duas máquinas para produzir os blocos, garantindo assim a produção para as

obras deste empreendimento, com produções que rondavam os 2500 a 3000 blocos/dia, ritmo superior ao realmente necessário, o que tornava a obra totalmente independente de qualquer fornecimento externo ao nível dos blocos para a realização das paredes.

Nas fotos da figura 3.10, observam-se algumas lajes com pavimentos com vigotas pré-esforçadas e abobadilhas e lajes maciças.



Fig. 3.10 – Fotos da Estrutura para os Bangalows T0 e T1

Na foto da figura 3.11, as paredes entre apartamentos eram paredes duplas constituídas por dois panos de tijolo de 0,11 m e com uma manta de lã de rocha entre os panos, para um melhoramento acústico entre espaços habitáveis, garantindo as exigências funcionais relativamente às questões acústicas, as mesmas que se garantem em países como Portugal.



Fig. 3.11 – Execução das paredes interiores em tijolo 11, para os Bangalows T0 e T1

Nas fotos da figura 3.11 as paredes exteriores são paredes duplas com blocos de solo-cimento da Hydraform na face exterior e parede de tijolo de 0,11 m assente com argamassa de cimento na face interior, com caixa-de-ar de 4 cm, sem isolamento térmico. Também neste ponto, exigências muito acima dos padrões médios usados em Angola muito semelhantes aos utilizados em Portugal, já que se trata de paredes duplas com tijolo cerâmico de 0,11 m de espessura no pano interior, caixa-de-ar sem isolamento térmico e pano exterior com blocos de solo-cimento da Hydraform com 0,22 m de espessura, perfazendo uma espessura total da parede de cerca de 37 cm!!.

A estrutura da cobertura foi materializada através de paredes resistentes, onde apoiavam vigotas pré-esforçadas, como previsto em projecto, que recebiam o ripado de betão pré-fabricado em obra onde assentou um revestimento final em telha cerâmica, importada de Portugal.



Fig. 3.12 –Cobertura dos Bangalows T0 e T1

No vértice da cobertura existe uma chaminé, com a função de receber as tubagens para a exaustão das casas de banho e cozinha. Como se pode ver nas fotos da figura 3.12, foram colocadas em cada pano da cobertura duas telhas de ventilação, criando assim um desvão ventilado daquele espaço não útil.

Na execução das paredes exteriores os blocos de encaixe de solo-cimento da Hydraform do pano exterior, são apoiados na laje de betão, onde foi criada uma saliência na laje, com 10 cm para além do limite dos pilares, para garantir o apoio ao bloco de solo-cimento da Hydraform. Nas zonas onde o pano envolve os pilares de betão, os blocos são cortados ao meio como se verifica nos pormenores da construção da figura 3.15. Neste caso não existiu qualquer preocupação na ligação do bloco ao pilar para além de uma simples argamassa, não tendo sido colocados quaisquer tipos de grampos nesta zona ou ao longo do pano de alvenaria. Como a parede de alvenaria de blocos de solo-cimento da Hydraform tinha 23 fiadas com uma altura total de 2,65 cm, não era uma altura significativa, tendo em conta que os panos obtinham algum travamento nos pilares, espaçados com distâncias pequenas uns dos outros, criando panos relativamente pequenos e desta forma estáveis.

Dada a pouca experiência e conhecimento sobre como construir com o bloco de encaixe de solo-cimento da Hydraform, houve vários pontos que acabaram por não ser tidos em conta na fase de projecto, mas com resultados que acabaram por ser satisfatórios. Nomeadamente aos problemas de execução das padieiras de portas e janelas. A altura acima da padieira era pequena e a materialização com blocos de solo-cimento da Hydraform não era fácil de executar, sem ser por pregagens ou outro sistema que iria complicar o processo, daí a opção por não levar blocos nas padieiras, bem como na última fiada que fazia o remate com a cornija, criando com uma alheta com cerca de 8 a 9 cm. Durante a construção, as dificuldades ocorridas serviram para a sensibilização e reconhecimento da importância da pormenorização das soluções, destinada a melhor conseguir controlar imprevistos, atrasos e aumentos do custo da construção, eventualmente resultantes de deficiências de concepção ou detalhe do projecto de execução da obra.

Em qualquer construção que envolva alvenaria com blocos de encaixe, e esta funcione como elemento estrutural ou elementos que ficam com as faces à vista, deve existir um cuidado acrescido na elaboração do projecto de arquitectura e a sua compatibilização com a estrutura. A coordenação das duas especialidades é determinante para o sucesso da construção, já que se trata de uma construção tipo "Lego" e é importante que todas as peças estejam devidamente desenhadas e pormenorizadas, coisa que não aconteceu com este projecto. É o objectivo do capítulo 4, usar o bloco de solo-cimento da Hydraform para a concepção de moradias unifamiliares em Angola, sem recorrer às estruturas de betão armado ou a grandes vigas e pilares de confinamento dos panos de alvenarias. Só assim se podem otimizar as soluções com blocos de solo-cimento e torná-las efectivamente mais económicas e competitivas, relativamente às soluções de alvenaria corrente.



Fig. 3.13 –Paredes Exteriores em Blocos de Solo-Cimento

A primeira fiada de blocos é assente com argamassa de cimento, como se vê na figura 3.14 e 3.15. Nas seguintes os blocos são simplesmente apoiados e encaixados, à excepção da zona dos pilares e topo das vigas que leva argamassa entre o meio bloco e a viga de betão armado. Para que o pano de alvenaria fique de prumo é determinante que a primeira fiada fique nivelada, já que o bloco encaixa perfeitamente um no outro. Caso isso não aconteça, a parede cria uma excentricidade que vai agravando à medida que a mesma sobe, o que pode afectar a própria estabilidade do pano de alvenaria. A maior dificuldade prende-se efectivamente com o assentamento da primeira fiada e a execução dos cantos. Depois ao longo do pano de alvenaria o bloco é pousado e ele próprio procura a posição correcta de encaixe. Como podemos observar, a execução do bordo de 0,10 m, conseguiu-se através de um prolongamento da laje 0,10 m para além da face dos pilares, técnica muito usada em Portugal numa altura em que se pretendia fazer a chamada correcção simples e dupla com forras de tijolo de 3,0cm e 4,0 cm respectivamente para o melhoramento e correcção das pontes térmicas, soluções muitas vezes mal pormenorizadas e executadas, nem sempre com o sucesso que era pretendido. Neste caso o objectivo era revestir a estrutura de betão armado e a garantia da obtenção de fachadas homogéneas com o bloco de solo-cimento da Hydraform. Neste caso 1 não existiu o problema de ter dois ou mais andares e o pano de alvenaria exterior ter de ser contínuo, entre o primeiro e segundo piso. Quando isso acontece a laje intermédia já não tem o referido bordo. É adoptado outro sistema que garanta a fixação do pano ao nível da laje, para a estabilização da alvenaria, fixando na zona do topo da laje intermédia, um perfil metálico em forma de “L”, que garanta a estabilização do pano e sirva de suporte para a continuação do pano de alvenaria. Existe no empreendimento um caso em que isso acontece. Esta situação não é aplicável a este caso 1. É um processo dispendioso, no caso de ter panos com alturas superiores a 22 ou 23 fiadas, já que é necessário garantir outro tipo de cuidados e preocupações, não aplicáveis ao caso apresentado. De salientar que a alvenaria com blocos de solo-cimento da Hydraform tem um peso muito superior a uma parede de tijolo cerâmico equivalente com tijolo (30×22×20), logo surgem cargas por metro linear mais elevadas.



Fig. 3.14 –Primeiras Fiadas de Blocos de Solo-Cimento



Fig. 3.15 –O Encaixe de Blocos de Solo-Cimento

Outro dos problemas com que nos deparámos foi o remate das ombreiras. Na parte interior era para ser executado um apainelado de madeira e baguete em torno do vão. Acabou por não se executar devido a uma alteração ao projecto inicial por parte da arquitectura. A ombreira dos blocos de solo-cimento, não tinha um acabamento perfeito, nesta zona encontram-se meios blocos, e o corte no bloco, descaracterizava a superfície. Como se tratava de um empreendimento de custos elevados com um padrão de qualidade alto, resolveu-se este problema recorrendo à aplicação de uma chapa de alumínio com a cor da caixilharia exterior.

A colocação das instalações, como se pode ver na figura 3.16, é feita como no sistema tradicional, abrindo roços nas paredes de tijolo de 0,11 m, sendo o abastecimento e drenagem de águas residuais executado pela parte inferior da laje de piso térreo. A iluminação foi feita com focos embutidos no tecto falso sob a laje de betão armado do tecto. Como os blocos de solo-cimento da Hydraform neste caso não funcionaram como paredes simples a dificuldade na colocação das instalações não foi sentida, o que não acontece no caso 2.



Fig. 3.16 –Instalações eléctricas, abastecimento, telecomunicações e drenagem



Fig. 3.17 –Vista do exterior com o revestimento com blocos de Hydraform

A figura 3.17 apresenta o exterior dos Bungalows de tipologia T0 e T1, o alpendre com as pérgolas em madeira e Deck em PVC. A cornija e partes da viga foram pintadas com uma tinta da cor do alumínio, assim como o topo da laje do rés-do-chão, já que a envolvente é em relva natural e acaba por ter uma cor verde garantindo assim a harmonia entre os espaços envolventes e a construção. Os blocos de solo-cimento da Hydraform foram pintados com verniz à cor natural, funcionando como protecção das intempéries, sol, chuvas e contra as acções humanas, etc. Como se apresenta no capítulo seguinte a realidade do processo de fabrico é muito clara, não temos garantias que a qualidade se mantenha constante ao longo do processo de fabrico, até porque parte do processo é manual, basta que se altere ligeiramente a quantidade de cimento para que apareçam fenómenos do tipo “Esfarelar” da camada de acabamento. Daí ser aconselhável uma protecção de verniz ou tinta, aumentando desta forma a durabilidade do material, sem a necessidade de outras intervenções nas fachadas.

Neste caso 1, os blocos de solo-cimento da Hydraform foram utilizados como elementos de revestimento das fachadas como se apresentou, estando assim subaproveitada a capacidade que o material pode oferecer, quer do ponto de vista estrutural, térmico, ecológico ou mesmo económico. Se é verdade que um dos objectivos é obter uma melhoria sob o ponto de vista técnico, relativamente a outras soluções correntes, também é verdade que interessa que sob o ponto de vista económico, a solução seja interessante.

O corte representativo da parede dupla exterior (Com blocos de solo-cimento da Hidraform e tijolo de 0,11m), encontra-se à escala 1:20 no anexo 1, em pormenores.

PORMENOR CONSTRUTIVO DA PAREDE EXTERIOR

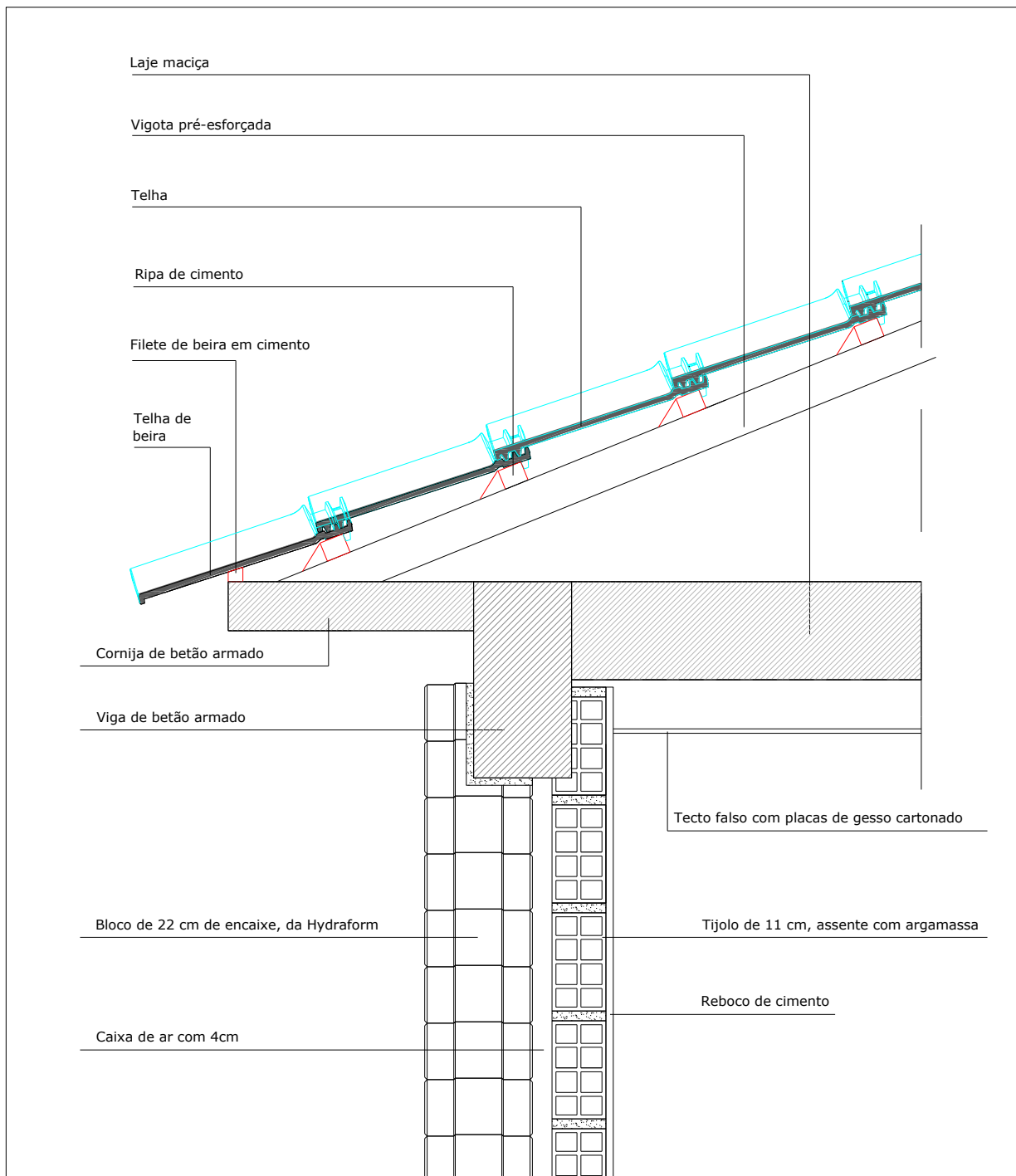


Fig. 3.18 –Corte representativo da parede dupla exterior (Com blocos de solo-cimento da Hydraform)

3.3 PROJECTO DE CONSTRUÇÃO DE UM REFEITÓRIO (CASO 2)

A figura 3.19 representa a planta do refeitório com uma área em planta de $(30 \times 20 \text{ m}^2)$, onde se distinguem as salas para almoços, a zona do bar e instalações sanitárias, zona da confecção dos alimentos com as respectivas despensas e ainda uma sala de televisão com instalações sanitárias.

No Caso 1, os blocos de solo-cimento da Hydraform tiveram como principal função o revestimento das fachadas dos Bungalows. Neste caso os blocos de solo-cimento, para além de constituírem a fachada, têm ainda uma função resistente principal.

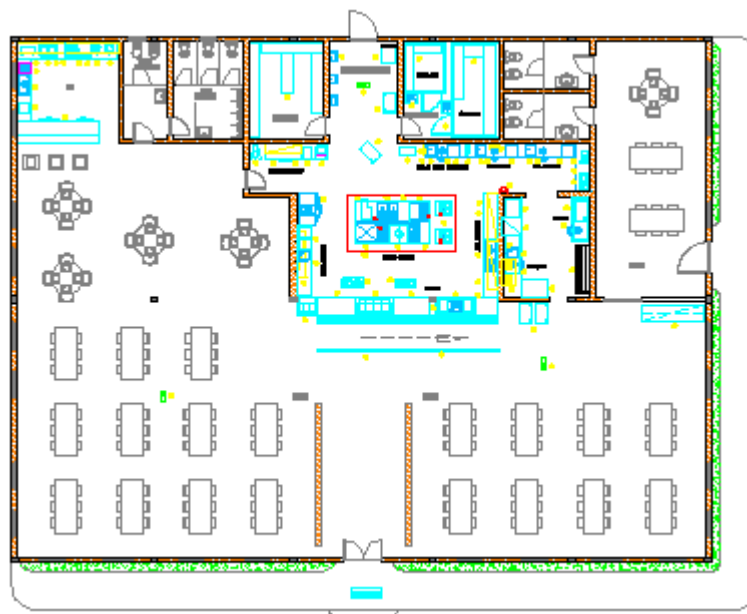


Fig. 3.19 –Planta Geral do Refeitório

a) SOLUÇÃO ADOPTADA

A solução adoptada foi a alvenaria confinada com elementos de betão armado. Neste caso temos paredes simples com blocos de solo-cimento da Hydraform em todas as paredes exteriores do projecto e algumas interiores. A zona de implantação era uma zona nivelada. Em todo o perímetro foi criada uma viga de fundação contínua com secção $(0,50 \times 0,40 \text{ m}^2)$, onde nascem os pilares de contorno com $(0,22 \times 0,30 \text{ m}^2)$ que confinam as paredes de alvenaria de solo-cimento. Nos alçados principal e posterior foi criada uma viga no topo das paredes de alvenaria para o confinamento da parede, com secção $(0,22 \times 0,35 \text{ m}^2)$. Tanto nas vigas como nos pilares a dimensão de 0,22 m, é condicionada pela largura dos blocos de solo-cimento, já que se trata da construção de paredes simples. Ao centro levou quatro pilares em betão com sapatas isoladas, que compõem o pórtico, que serve de apoio à cobertura. As vigas de cobertura apoiam nas paredes exteriores de blocos de Hydraform e no pórtico ao centro do refeitório. O pavimento foi executado com tout-venant devidamente compactado, seguido de uma laje de 0,10 m de betão com malhassol, onde assentou uma camada de betonilha para assentamento do ladrilho cerâmico. Foi criado também um tecto falso com placas de gesso cartonado. Algumas das paredes interiores foram executadas com tijolo de 0,11 m, já que eram para revestir a azulejo e por sua vez possibilitavam uma maior facilidade na colocação das instalações, tais como o abastecimento, drenagem, gás e electricidade. Como veremos no capítulo seguinte uma das grandes dificuldades em trabalhar com este bloco de solo-cimento da Hydraform tem a ver com a materialização das instalações no interior das paredes de alvenaria. Como é um bloco maciço e neste caso as paredes interiores têm muitas instalações a execução das tubagens não é um exercício fácil. Num projecto com

muitas instalações a melhor solução no caso de as paredes serem todas executadas com bloco da Hydraform, é a colocação das instalações à vista. Como veremos no capítulo seguinte, no caso de pequenas moradias ou construções onde as instalações não sejam complexas é possível resolver o problema garantindo que as instalações fiquem embebidas nas alvenarias. Com a utilização deste bloco da Hydraform o problema agrava-se com a complexidade que as instalações possam ter.

b) A EVOLUÇÃO E ALGUNS PORMENORES RELATIVOS À CONSTRUÇÃO

Na figura 3.20 vê-se a viga de fundação onde assentou a alvenaria de blocos de solo-cimento da Hydraform, sendo a primeira fiada de blocos assentes em argamassa de cimento e as seguintes simplesmente encaixadas umas sobre as outras. Os pilares de confinamento poderiam ter sido cheios depois de levantada a parede, aplicando taipais de cofragem em ambas as faces da parede como se fez com a viga na parte superior da parede. Como se optou por executar primeiro os pilares, de 3 em 3 fiadas de blocos era colocado um varão de 10 mm, chumbado no pilar e no bloco de solo-cimento da Hydraform.



Fig. 3.20 –Execução de Paredes Simples com Blocos de Solo-Cimento

A foto da esquerda da figura 3.21 representa a empena do alçado lateral. Ao nível do pé-direito não foi criada a mesma viga de confinamento que se criou no alçado principal e posterior, porque no lado exterior não se pretendia que a mesma ficasse à vista. Numa das fiadas, como podemos ver na foto da esquerda da figura 3.21, o bloco foi cortado ao meio criando um lintel de confinamento do coroamento das paredes com $(0,11 \times 0,115 \text{ m}^2)$, ligado à viga de topo dos alçados principal e posterior, aumentando assim a estabilidade da parede de alvenaria de blocos de solo-cimento da Hydraform.



Fig. 3.21 –Execução de Paredes de Alvenaria Confinada com Blocos de Solo-Cimento

A figura 3.22 representa as padieiras das portas e janelas, onde não foi criada nenhuma viga para materialização das mesmas, como habitualmente é feito quando é utilizado o bloco da Hydraform ou o bloco corrente. Daí a necessidade de modificar a geometria dos blocos para responder a esta questão, (neste caso o bloco é modificado de forma a criar uma cavidade no mesmo, onde leva o respectivo reforço). Assim a padieira é executada no próprio bloco, garantindo o aspecto agradável e homogéneo do pano de alvenaria em ambas as faces. Este vai ser um dos pontos a detalhar no projecto que se apresenta no capítulo seguinte, como vimos no capítulo 2, era facilmente tratado quando falamos de outras tecnologias que usam outras formas e possuem peças acessórios para resolver este tipo de problema. Os blocos com formas em “U” por exemplo servem para a execução de padieiras de portas e janelas, bem como para a realização do lintel no topo das paredes garantindo assim o confinamento do pano de alvenaria.



Fig. 3.22 –Padieira com Blocos de Solo-Cimento

A figura 3.23 representa duas paredes, que se apresentam na planta da figura 3.19. Paredes que não vão até ao tecto, têm como função criar uma divisão na zona de entrada, garantindo alguma privacidade a quem está nas salas de almoço. Um dos problemas levantados nesta solução foi a estabilização do pano de alvenaria, já que este só tinha ligação na base. Como sempre a primeira fiada é assente com argamassa, sendo as outras encaixadas umas sobre as outras. Como não se pretendia ter pilares ou vigas de betão a confinar o respectivo pano de alvenaria, para ultrapassar este problema foram criados três reforços verticais que nascem na fundação, um em cada extremidade e outro ao centro, e dois longitudinais, um no centro do pano de alvenaria e outro no topo, como se pode verificar nos desenhos de pormenor da figura 3.25. Tanto os reforços verticais como os horizontais encontram-se no interior da alvenaria, sendo estes invisíveis, dando assim uma homogeneidade constante ao pano

de alvenaria. Esta é uma forma de trabalhar esta alvenaria abordada no capítulo seguinte, onde se apresenta um projecto tipo, para a construção de moradias com de blocos de solo-cimento da Hydraform.

Estes reforços executados de forma empírica, sem qualquer tipo de dimensionamento, criaram a estabilidade suficiente às acções horizontais, que resultam do encosto de pessoas enquanto esperam pela sua vez para almoçar.



Fig. 3.23 –Reforço na Extremidade e centro da parede de Blocos de Solo-Cimento

As fotografias da figura 3.24 mostram o refeitório depois de concluído. Nestas fotos é visível a qualidade obtida com paredes simples de alvenaria de blocos de solo-cimento da Hydraform, e como esta pode ser uma boa alternativa à alvenaria convencional de bloco de cimento ou de tijolo cerâmico.



Fig. 3.24 – O interior do refeitório construído com Blocos de Solo-Cimento

PORMENOR CONSTRUTIVO DA PAREDE EXTERIOR

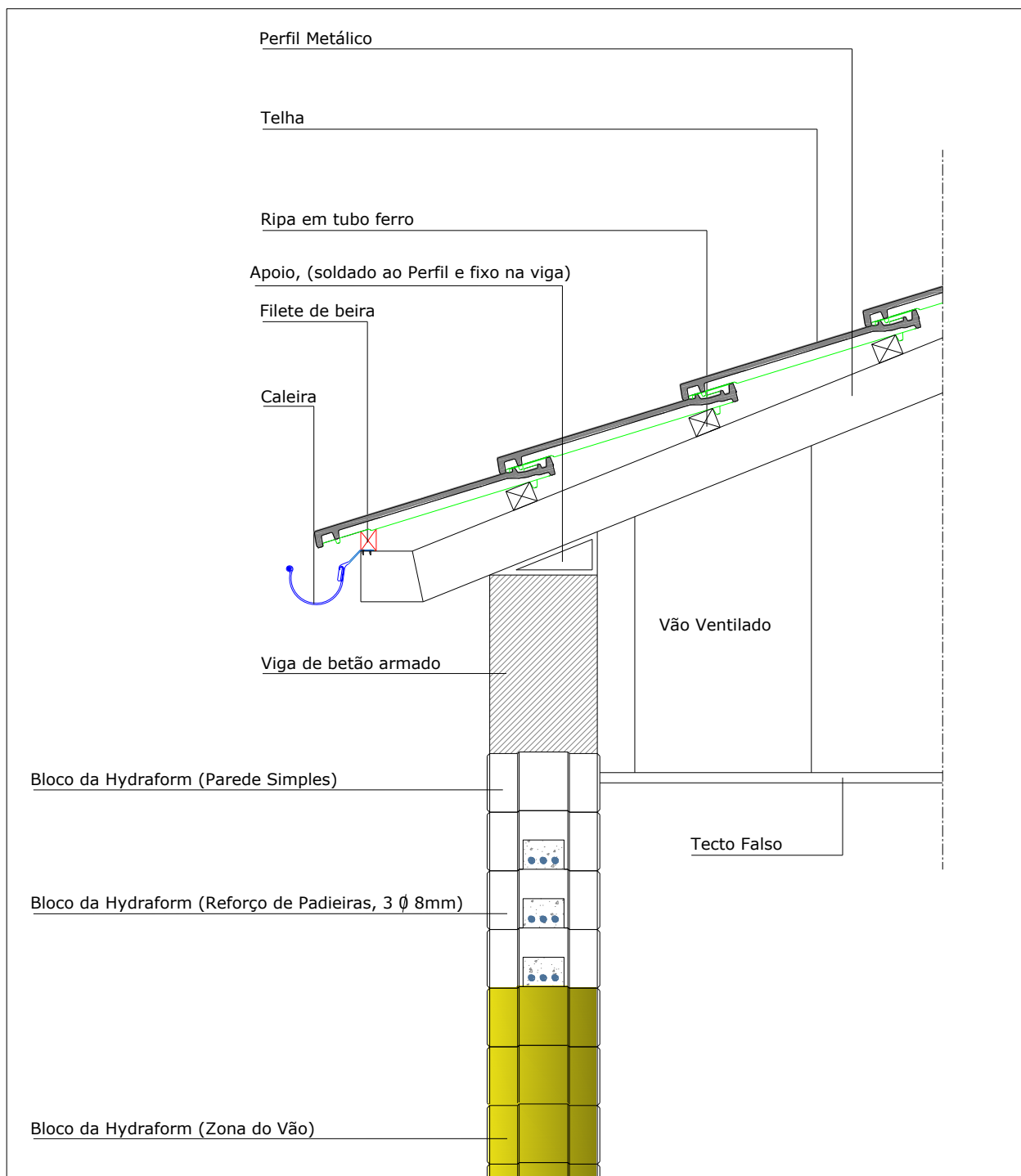


Fig. 3.25 –Corte representativo da parede simples (Com blocos de solo-cimento da Hidraform)

O corte representativo da parede simples com blocos de solo-cimento da Hidraform encontra-se à escala 1:20 no anexo 1, em pormenores.

4

CONSTRUÇÃO COM BLOCOS DA HYDRAFORM PROPOSTA DE SOLUÇÃO PARA ANGOLA

4.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se um exemplo de uma pequena construção usando o bloco da Hydraform envolvendo todas as etapas do processo dos blocos desde o fabrico, até à execução da obra. Apresenta-se o sistema construtivo usando o bloco de solo-cimento da Hydraform, e analisam-se as limitações e vantagens que este tipo de bloco apresenta e como podem ser ultrapassadas algumas delas. Elaborou-se um pequeno projecto de arquitectura/estrutura com vista à definição de uma solução para a construção de habitação tipo em Angola, cumprindo algumas regras de execução e pormenorização da solução.

Uma das falhas do sistema construtivo é o facto dos componentes utilizados serem em número limitado, ou seja os mesmos que se utilizam na maioria das alvenarias de tijolo ou bloco convencional, os pilares, as vigas de confinamento e as padieiras de portas e janelas. O sistema permite que a alvenaria fique com a face à vista, ser pintada, ou rebocada e posteriormente pintada. Nos casos onde a alvenaria fica com a face à vista sem qualquer tipo de revestimento, os pilares, vigas e padieiras tornam-se inestéticas, daí a necessidade de rever a solução para situações em que a arquitectura pretende que a alvenaria fique com face à vista, modificando o molde padrão para que a construção não necessite de recorrer à utilização de pilares, vigas de confinamento e padieiras.

4.2 O FABRICO DOS BLOCOS DA HYDRAFORM

4.2.1 AS FERRAMENTAS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

Neste ponto define-se o processo de fabrico e aplicação dos blocos da Hydraform, e o tipo de blocos que são produzidos pela Hydraform.

Na figura 4.1 indicam-se os instrumentos mais importantes:

Na preparação dos solos:

- Crivo para peneiração dos solos, carrinho de mão, pás, picaretas e baldes.

No fabrico dos blocos:

- Máquinas de fabrico de blocos, pincel, depósito para gasóleo, pás, baldes e plástico para cobrir os blocos.

E aplicação dos blocos:

- Mangueira de nível, nível, esquadro, fios, fita métrica, troques, alicate, ponteiro de aço, martelo de borracha, maceta, martelo, espátula, colher de trolha, vassoura, caixa de ferramenta e caixa dos primeiros socorro.

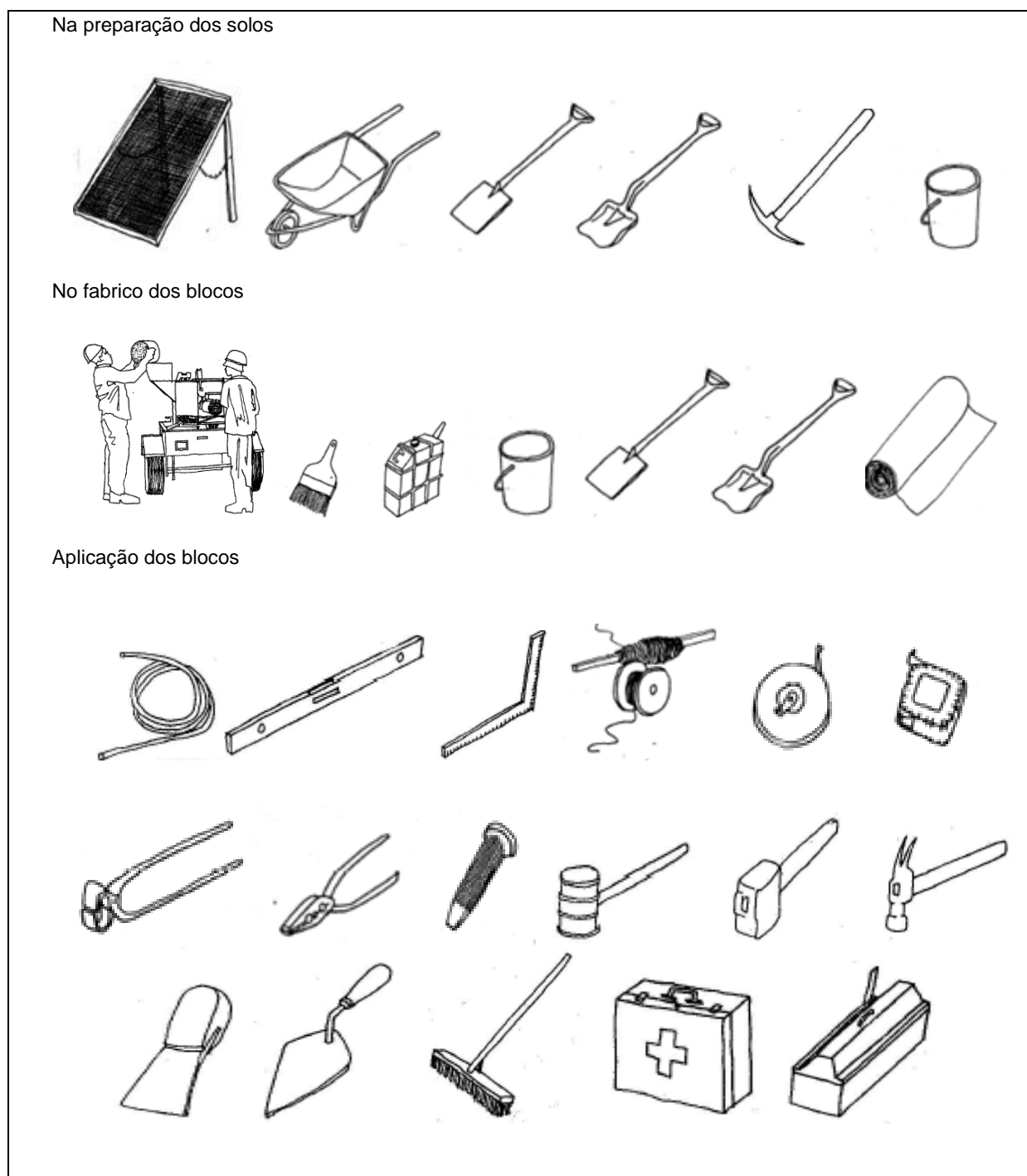


Fig. 4.1 – Instrumentos para a produção de blocos de solo-cimento e respectiva construção

Fonte: <http://www.hydraform.com>

As máquinas da figura 4.2 são máquinas com motores a diesel, as mais utilizadas em Angola. Em zonas remotas sem energia eléctrica é mais fácil levar a máquina e um depósito de gasóleo do que energia eléctrica. O conceito deste tipo de máquinas está associado à mobilidade do processo de fabrico. A ideia é mobilizar este equipamento para o local da obra e fabricar o bloco com solos retirados do próprio local da construção. Podemos também encontrar equipamento deste em fábricas de blocos de solo-cimento, mas quando a produção é feita em fábrica as máquinas mais utilizadas são

com motores eléctricos, recorrendo à energia eléctrica. Contudo dentro do equipamento a diesel existem outros modelos, mas sempre com o mesmo princípio e o mesmo molde padrão.



Fig. 4.2 – Equipamentos de produção de blocos da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

4.2.2 ESCOLHA DOS SOLOS

Na produção de blocos de solo-cimento, existem alguns critérios que são importantes referenciar no que respeita à escolha dos solos para o fabrico de blocos de solo-cimento. A inexistência de um estudo detalhado dos solos e das composições do solo-cimento, situação que ocorre com frequência, até porque se tivermos em conta os locais onde é utilizada esta tecnologia e a escassez técnica aí existente, torna-se importante ter uma noção de como escolher os solos para o fabrico. Existem quatro testes que podem ser feitos no local sem recurso a grande equipamento de laboratório. São eles o teste visual, o teste da mão, o teste da jarra e o teste da retracção. Todo o solo deve ser crivado antes de se proceder à mistura do cimento.

a) O TESTE VISUAL

Conforme a figura 4.3 na imagem do lado esquerdo, o teste visual consiste em escavar um buraco com um mínimo de 1,0 a 1,5 metros de profundidade, para observar as diferentes camadas de solo, verificar se este contém alguns torrões e é argiloso. No caso de isso não acontecer e o solo for muito arenoso teremos de continuar a escavar ou arranjar outro local para encontrar solo mais argiloso. Nunca se deve usar solo da superfície, já que por via da erosão vai perdendo finos, uma característica que é importante que o solo possua.

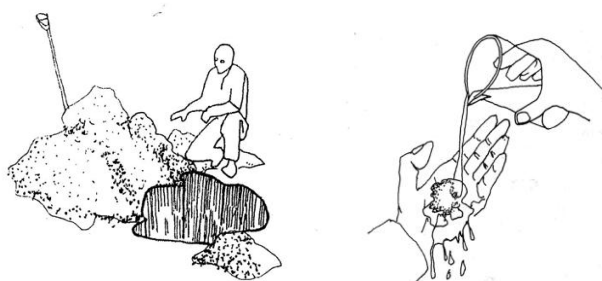


Fig. 4.3 – Teste visual e teste da mão (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

b) O TESTE DA MÃO

Conforme a figura 4.3 na imagem do lado direito, o teste da mão consiste em pegar num pedaço de solo, colocar na mão e misturar um pouco de água, depois esfregar e apertar um pouco. Sentindo o solo rugoso na mão significa que este contém mais areia do que argila, no caso de ser escorregadio contém as argilas que procuramos no solo, lavando a mão com água, se o solo sai e se remove facilmente da mão, este contém areia e silte, nos casos em que é difícil de remover o solo e as mãos ficam com a cor do solo, este contém muita argila. Procurar sempre os solos com maiores quantidades de argila.

c) O TESTE DA JARRA

Conforme a figura 4.4 o teste da jarra consiste em encher a jarra com 1/3 de solo e 2/3 de água, agitar durante um minuto, em seguida colocar a jarra em repouso durante 24 horas, depois medir as camadas de argila e areia, note-se que quando a jarra está em situação de repouso os inertes mais pesados são os primeiros a sedimentar. Como se vê na última imagem da figura 4.4 as camadas inferiores são de areia e cascalho, seguidas das camadas superiores de argila e silte. Para que esta medição seja fácil de fazer é importante que a jarra tenha as faces direitas e um fundo liso. Neste teste tem que existir pelo menos 5% de argila e silte para se poderem fabricar blocos de solo-cimento adequados ao uso.

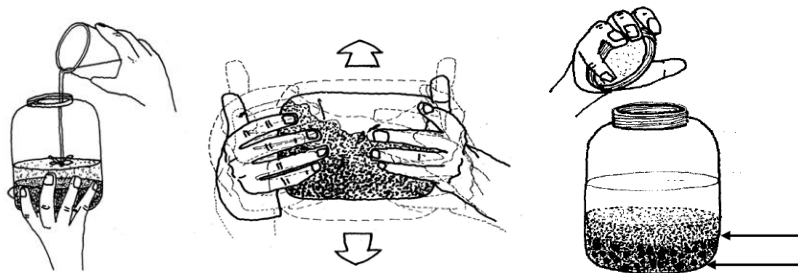


Fig. 4.4 – Teste da Jarra (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

d) O TESTE DA RETRACÇÃO

A figura 4.5 apresenta a caixa de retracção com as seguintes medidas (60 cm de comprimento, 4 cm de profundidade e 4 cm de altura). O teste da retracção consiste em encher com solo húmido a referida caixa, e depois de cheia, raspar a parte superior e deixar secar ao sol por um período não inferior a 5 dias. De seguida mede-se o encurtamento e se este não for mais de 10 mm, então o solo é arenoso, e pode ser difícil de trabalhar. Se o encurtamento for superior a 60 mm então o solo contém muita argila, e neste caso também não é bom sendo necessária a adição de alguma areia ou a procura de um outro solo.

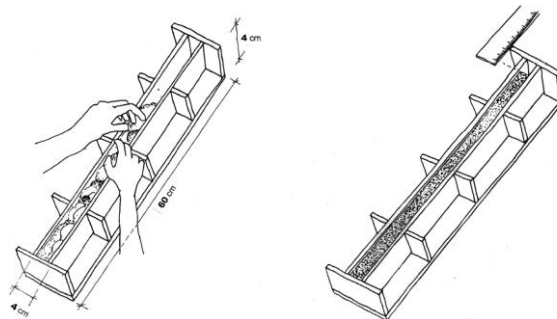


Fig. 4.5 – Teste da Retracção (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

4.2.3 AS PROPORÇÕES DA MISTURA

Depois de escolhido o solo é necessário ter a ideia das proporções da mistura. Neste ponto não vamos elaborar nenhum estudo acerca da granulometria do solo e respectivas quantidades de cimento, ou composições do solo-cimento, já que isso seria por si só objecto de uma dissertação. Vamos sim apresentar uma metodologia apresentada pela Hydraform, baseada em diversos estudos realizados pelos Sul-Africanos, sendo uma base de apoio na realização da mistura. A selecção do tipo de solo não é feita com base numa análise granulométrica rigorosa ou perfeitamente definida, mas sim baseada em ensaios muito simples realizados em campo por qualquer pessoa treinada. A figura 4.6 é uma tabela apresentada pela Hydraform que serve de referência para as misturas a realizar e respectivas resistências a atingir pelos blocos. Na figura 4.7, apresenta-se um Corte Transversal da Parede e Telhado que serve para nos orientar relativamente à resistência dos blocos a utilizar nas várias zonas da parede. Neste caso são apresentadas três misturas: a mistura 1 com 5% de cimento e resistências na ordem dos 4 MPa, a mistura 2 com 6% de cimento e resistências da ordem dos 6 MPa e a mistura 3 com 8% de cimento e resistências da ordem dos 7 MPa. Na figura 4.6, os blocos feitos a partir da mistura 3 são utilizados com argamassa para execução das fundações. São os blocos de maior resistência mecânica e por sua vez os mais ricos em cimento. De seguida temos os blocos fabricados a partir da mistura 2 que servem para execução de grande parte da parede, que são encaixados a seco, sem argamassa nas juntas. No topo da parede são utilizados os blocos de menor resistência com a mistura 1, assentes com argamassa, blocos que são posteriormente revestidos.







Resistência do Bloco	Cimento (Partes)	Solo (Partes)
Mistura 1 5% cimento (\pm 4MPa)	 X1	 X20
Mistura 2 6% cimento (\pm 5 - 6MPa)	 X1	 X16
Mistura 3 8% cimento (\pm 7MPa)	 X1	 X12

Fig. 4.6 – Misturas de Solo-Cimento (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

Na realidade faz sentido que as três zonas da parede sejam compostas por blocos de diferentes resistências, com diferentes quantidades de cimento, não é de todo descabida a utilização de três misturas. Com base na experiência do autor durante mais de um ano no fabrico e manuseio deste tipo de blocos, muitas vezes para atingir as resistências da ordem dos 7 MPa e um bloco com boa qualidade estética com dureza superficial, as quantidades de cimento chegam a atingir valores que rondam os 10 e 15%, valores obtidos de forma empírica que dependem muito da qualidade dos solos. Como vimos no ponto anterior a avaliação dos solos não é feita com base numa determinada curva granulométrica e por isso as oscilações nas quantidades de cimento também sejam naturais. Este facto resulta de todo o processo assentar numa tecnologia manual sem um controlo rigoroso sob o ponto de vista da granulometria dos solos das dosagens de água e cimento, ao contrário do que acontece com o fabrico de blocos de betão ou outros, onde as granulometrias do inerte e misturas são bem definidas e todo o processo é mecanizado.

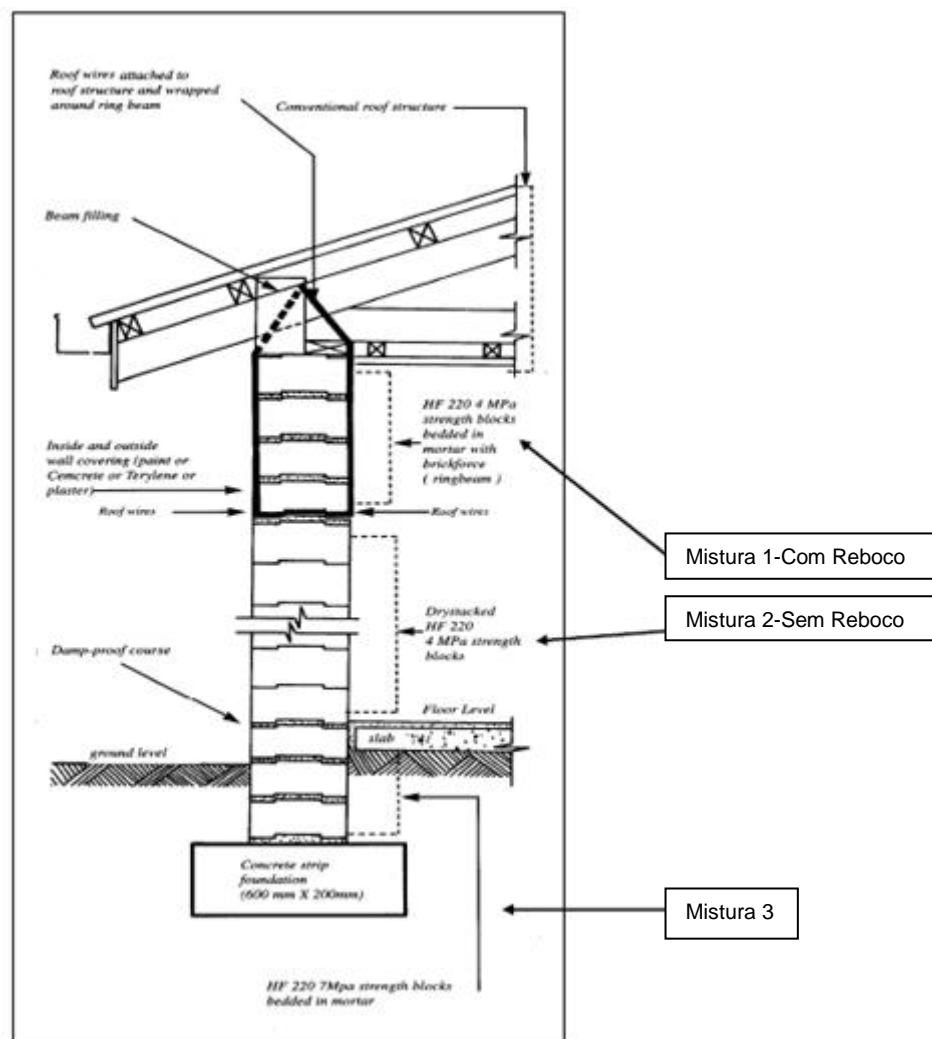


Fig. 4.7 – Corte Transversal da Parede e Telhado (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

4.2.4 A PRODUÇÃO DO BLOCO

Depois de escolhido o solo e definida a mistura, segue-se a produção, que passa por peneirar o solo num crivo com uma malha (# de 8-10 mm) como se vê na figura 4.8, sendo de seguida feita a mistura do cimento na razão escolhida.

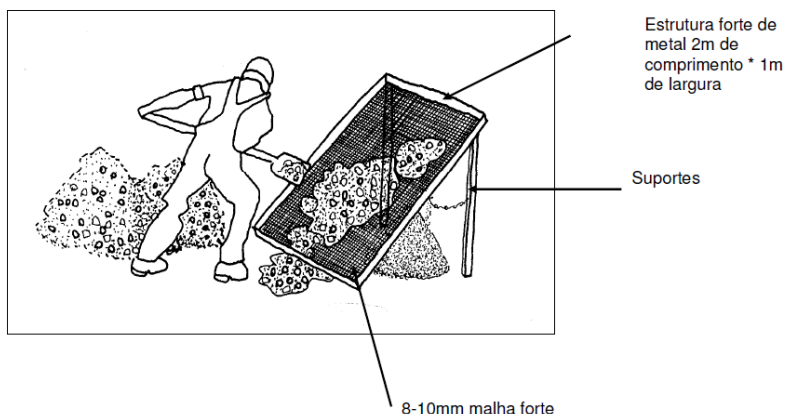


Fig. 4.8 – Crivo para Peneirar o Solo (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

A mistura pode ser feita manualmente, numa misturadora individual ou na misturadora da máquina de fabrico, quando esta a possui. Se a mistura for feita manualmente todo o volume de solo-cimento deve ser misturado pelo menos três vezes. Ao adicionar a água, voltar a misturar pelo menos mais três vezes, pois só assim se garante uma homogeneidade perfeita da mistura para levar à máquina de prensar o solo-cimento e desta forma obter um bloco de solo-cimento adequado. Como vimos em pontos anteriores, tal como a escolha do solo que é feita com testes simples executados no local da construção, também a quantidade de água a adicionar ao solo é feita por via experimental no próprio local de fabrico, através do teste da queda, que consiste em fazer uma bola de solo na mão e deixá-la cair a partir da altura da cintura: Se a bola se espalhar em pequenos pedaços significa que o solo está muito seco; quando a bola se parte em cinco ou seis torrões significa que contém a quantidade de água certa; se não se partiu ou só alguns bocados se espalharem significa que contém muita água.

Garantindo os procedimentos descritos, depois de feita a mistura, basta encher com solo-cimento a forma da máquina da Hydraform e verificar, como se vê na figura 4.10, se o bloco está com as medidas de 22 a 24 cm de comprimento.

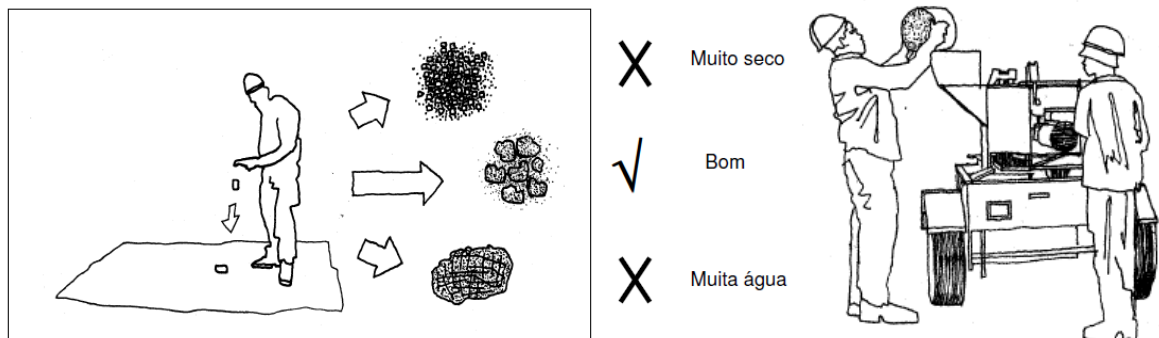


Fig. 4.9 – Teste da Queda e Máquina de Fabrico da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

Outra forma de verificar se a quantidade de água está ou não correcta é através do tamanho dos blocos. Os blocos devem ter um comprimento de 22 a 24 cm de comprimento. Quando têm mais de 24,5 cm significa que a mistura está muito seca, ao contrário se o bloco tem menos de 22 cm, a mistura tem muita água. Depois do teste da queda, logo que começa o fabrico, esta é uma verificação que deve ser feita para evitar blocos com medidas muito diferentes e com diferentes teores de água.

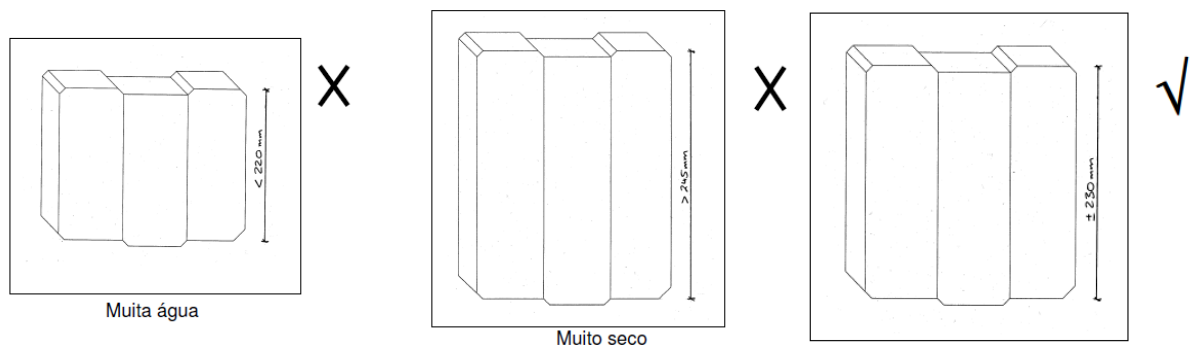


Fig. 4.10 – A Dimensão Média do Bloco da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

O bloco da Hydraform deve depois de fabricado ser devidamente acondicionado, para garantir assim a qualidade do processo de cura, já que este condiciona a resistência que o bloco virá a adquirir. Os blocos devem ser empilhados, colocando cinco blocos em altura e sete em largura, dependendo do tamanho do plástico que se tiver. Devem ser destapados e regados duas vezes por dia, uma de manhã e outra no fim do dia, cobrindo-os imediatamente depois de regar. Este processo de cura deve durar sete dias. (A figura 4.11 mostra o processo de empilhamento e cura dos blocos e solo-cimento da Hydraform).

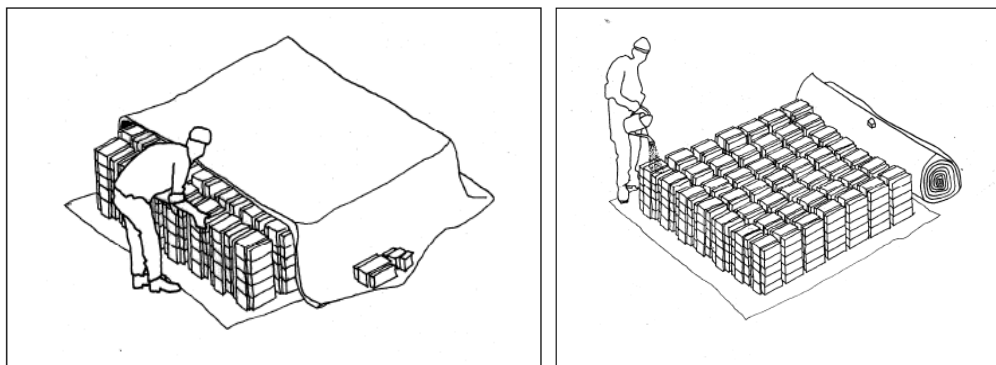


Fig. 4.11 – Acondicionamento do Bloco da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

O fabrico de bloco da Hydraform não está sujeito a normas de controlo de qualidade, como acontece com o fabrico de outros produtos, contudo os dois quadros das tabelas 4.1 e 4.2 servem como guia de verificação da qualidade dos blocos. O problema é apresentado na primeira coluna, na segunda a causa e na terceira coluna apresenta-se a solução para a resolução do problema.

As tabelas 4.1 e 4.2 constituem um resumo no que diz respeito ao fabrico do bloco, sendo no entanto importante que o solo seja adequado, e que a sua proveniência seja a mesma, para poder manter as condições de fabrico constantes em termos de quantidades de água e cimento. É de salientar que quando chove e os solos se encontram a céu aberto são alteradas as condições iniciais de humidade, levando a ajustes significativos na quantidade de água a adicionar durante o processo de fabrico. A produção deve ser nesse caso interrompida, caso não seja feita em local coberto.

4.2.5 A RESISTÊNCIA MECÂNICA DO BLOCO

Depois de terminado o processo de cura do bloco, é medida a resistência mecânica e em função do tipo de mistura que se define assim vamos obter a resistência, como se viu no ponto 4.2.3. Depois de escolher o solo e cumprir com o conjunto de regras relativas ao fabrico dos blocos da Hydraform, temos que fazer o ensaio de resistência mecânica ao bloco conforme se apresenta na figura 4.14. Esta prensa com um macaco hidráulico também existe acoplada às máquinas, e quando isso não acontece, podemos sempre adquiri-la à parte, para a realização do ensaio de resistência mecânica.

Tabela 4.1 – Verificação da Qualidade dos Bloco da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

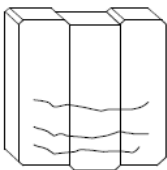
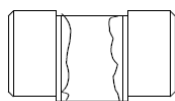
PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
i) Superfície Rugosa nos Blocos	- Mistura Muito Seca -Placas Gastas -Solo Amontoado nas Juntas ou Placas	- Adicionar mais água à mistura - Inspeccionar as Placas e Mudá-las se necessário - Limpar o excesso de solo das juntas e placas
ii) Fissuras nos Blocos a) Fissuras horizontais à vista quando o bloco é ejetado  b) Fissuras desenvolvidas durante os 7 dias de cura 	-Água a mais na Mistura -Pressão de Compressão muito alta -Perda rápida de água durante o tempo de cura	-Usar menos água na mistura e adicionar cimento à mistura já feita para ajudar a secar -Reduzir a pressão -Cobrir os blocos com plástico e regar os blocos duas vezes por dia conforme as recomendações da Hydraform

Tabela 4.2 –Verificação da Qualidade dos Blocos da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

PROBLEMA	CAUSA	SOLUÇÃO
iii) Blocos desfeitos e partidos durante o empilhamento e colocação em paletes	-Teor de argila muito alto	-Adicionar areia mais grossa à mistura e mais cimento
iv) Blocos mais curtos do que o comprimento escolhido	-Carregamento sem o cuidado necessário -Blocos mais Fracos -Água a mais na mistura -Pressão de Compressão muito alta	-Supervisão mais atenta ao empilhamento -Verificar o processo de produção e/ou adicionar cimento -Usar menos água na mistura -Reduzir a pressão
v) Blocos mais longos do que o comprimento escolhido	-Mistura muito seca -Pressão de compressão muito baixa	-Adicionar mais água à mistura -Aumentar a pressão
vi) Mudança contínua no comprimento dos blocos	-Mudança constante na quantidade de água -Propriedades do solo com mudança contínua	-Manter a água constante na mistura. -Verificar a quantidade de água controlando o tamanho do bloco com uma régua -Use a mesma fonte de solo para toda a produção

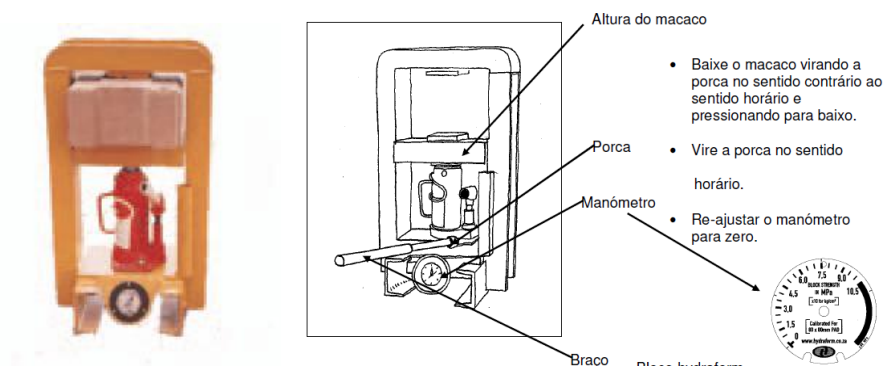


Fig. 4.12 – Ensaio de Resistência Mecânica dos Bloco da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

A figura 4.13 apresenta um dos modelos com motor a diesel de máquinas da Hydraform para o fabrico de blocos de solo-cimento. Este modelo tem para além da prensa, a misturadora e o ensaio de resistência mecânica dos blocos de solo-cimento. A foto da esquerda na figura 4.14 representa uma equipa a produzir blocos da Hydraform e a direita representa o acondicionamento dos blocos da Hydraform.



Fig. 4.13 – Máquina da Hydraform

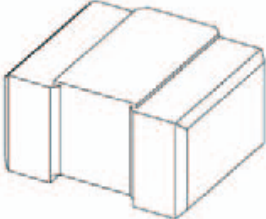
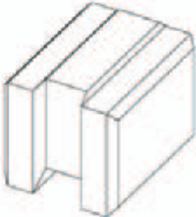
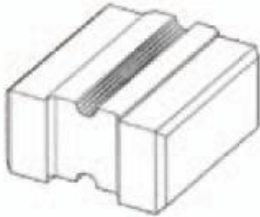
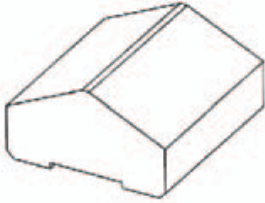


Fig. 4.14 – Fotos do Fabrico e Acondicionamento do Blocos

4.2.6 TIPOS DE BLOCOS DA HYDRAFORM

A tabela 4.3 apresenta os tipos de bloco de solo-cimento produzidos pela Hydraform. Na tabela apresenta-se o bloco padrão de 220 mm usado nas paredes exteriores, seguido do bloco extra de 140 mm usado nas paredes interiores, o bloco de 220 mm (Conduit) utilizado em paredes onde se pretende colocar instalações eléctricas e por fim o bloco para o remate de muros, utilizado como o próprio nome indica, para rematar muros de vedação.

Tabela 4.3 – Tipos de Blocos da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

DESIGNAÇÃO	GEOMETRIA	DIMENSÕES
Blocos de 220 mm: (Padrão em todas as máquinas)		Largura: 220 mm Altura: 115 mm Comprimento: 120 mm-240 mm (Padrão em todas as máquinas)
Blocos de 140 mm: (Opção Extra)		Largura: 140 mm Altura: 115 mm Comprimento: 120 mm-240 mm
Blocos de 220 mm Conduit: (Opção Extra)		Largura: 220 mm Altura: 115 mm Comprimento: 120 mm-240 mm
Blocos para remate de muros: (Opção Extra)		Largura: 140 mm Altura: 115 mm Comprimento: 120 mm-240 mm

4.3 O SISTEMA CONSTRUTIVO COM BLOCOS DA HYDRAFORM

O sistema construtivo com blocos da Hydraform substitui o tijolo ou bloco convencional com juntas verticais e horizontais argamassadas. Os benefícios com a produção no local da obra têm a ver não só com a questão ambiental mas também com a mobilidade da máquina Hydraform, já que os blocos podem ser produzidos em qualquer local, podendo a máquina ser transportada para os locais da obra com relativa facilidade. Enquanto a maioria dos sistemas de habitação exigem o afluxo de trabalhadores qualificados, o sistema construtivo com blocos da Hydraform, requer uma pequena equipa de operadores treinados, sendo estes capazes de envolver pessoas semi-qualificadas e não qualificadas da comunidade local, permitindo em muitos locais onde esta tecnologia é utilizada, que os moradores construam a sua própria casa. E assim criando emprego e dinamizando a região, muitas vezes pobre e desprovida de recursos.

4.3.1 PONTOS IMPORTANTES ANTES DE INICIAR A CONSTRUÇÃO

a) A FORMA DO BLOCO HYDRAFORM

A figura 4.15 apresenta o bloco padrão e detalhe sobre o modo do seu assentamento:

- a face sob o bloco é a chamada cama ou o leito do bloco (Bed);

- a parte superior do bloco é chamada de cume ou crista do bloco (Ridge);
- o bloco possui ainda uma face macho, e outra fêmea, (Male Face/ Female Face).

Quando a face inferior de um bloco assenta sobre a face superior de outro, dá-se assim o encaixe entre os blocos, também as faces laterais do bloco são macho/fêmea, permitindo assim um encaixe entre blocos, como se pode ver pela foto da parede da figura 4.15.

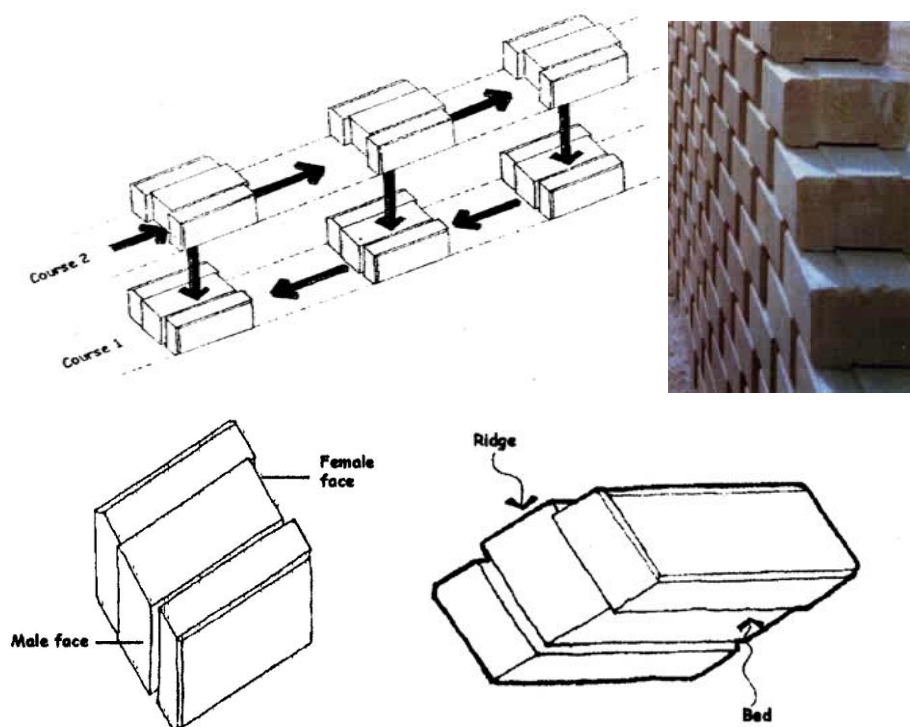


Fig. 4.15 – A Forma do Bloco da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

b) ASSENTAMENTO DAS FIADAS A PARTIR DO CANTO

Na figura 4.16 podemos observar o modo de assentamento das primeiras fiadas de blocos, a primeira e segunda fiada. Cada fiada deve sempre iniciar-se num canto com um meio bloco e, depois de definida a fiada, é importante que o assentamento seja feito sempre com a mesma ordem, com o bloco na posição de encaixe macho/fêmea. Cada fiada tem uma altura de 115 mm, já que esta é a altura padrão de todos os blocos da Hydraform.

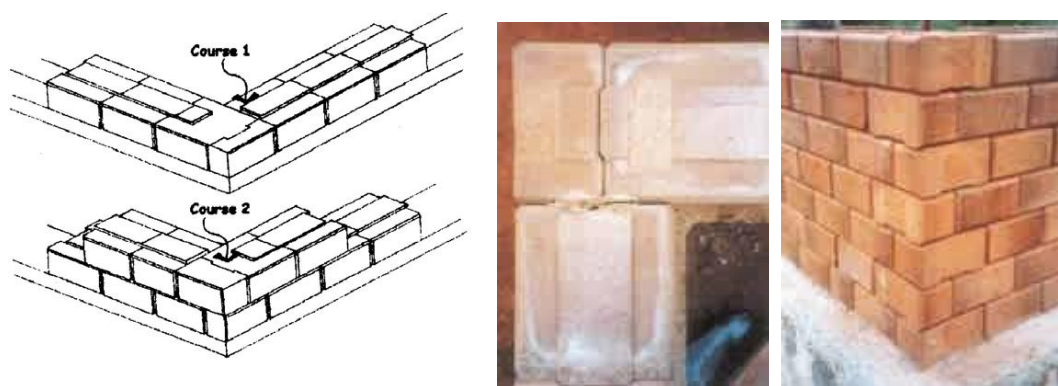


Fig. 4.16 – A Forma do Bloco da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

4.3.2 PONTOS GERAIS SOBRE A CONSTRUÇÃO

A alvenaria deve ser sempre iniciada nos cantos com meio bloco ou com outra medida em função da arquitectura. Ao colocar a argamassa nos blocos de canto, é necessário verificar a sua posição, para que seja a correcta conforme a indicada no projecto. Depois de assentes os blocos de canto é colocado um fio para fazer o assentamento dos restantes blocos da primeira fiada com argamassa de cimento. É importante que esta primeira fiada de blocos esteja perfeitamente nivelada e com as dimensões correctas que se pretendem no projecto de arquitectura/estrutura. Pois caso isso não aconteça, não é fácil corrigir esse erro no futuro. As fiadas seguintes, como se viu no ponto 4.3.1, são simplesmente encaixadas umas sobre as outras. Se a primeira fiada não estiver nivelada a excentricidade cresce à medida que a parede cresce em altura, podendo mesmo por em causa a sua estabilidade. É nesta fase que a perícia do operário tem de ser maior, pois é uma fase determinante para o sucesso ou não da construção. Esta primeira fiada de blocos, assentes com argamassa, pode ser assente sobre um alicerce de fundação com sapata contínua, viga contínua ou através de um ensoleiramento geral sobre a área a construir. Esta primeira fiada é uma fiada com face à vista, devendo a fundação ser materializada com blocos de solo-cimento de maior resistência mecânica e todos eles assentes com argamassa de cimento. Quando a fundação atingir a cota de superfície, é aplicada a última fiada assente com argamassa e nivelada para de seguida os blocos serem simplesmente encaixados uns nos outros, aumentando assim a rapidez do processo construtivo.

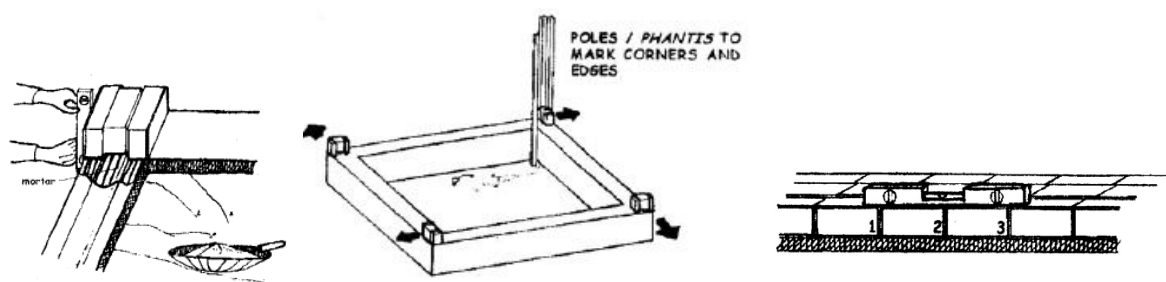


Fig. 4.17 – Assentamento da Primeira fiada de Bloco da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

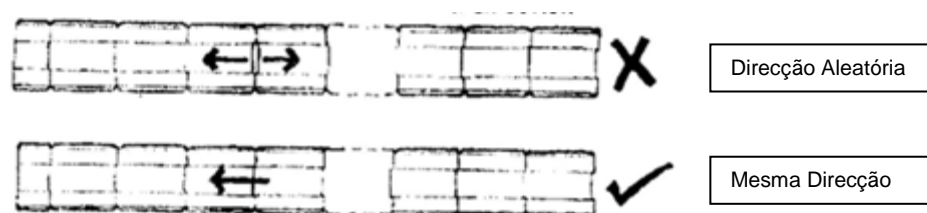


Fig. 4.18 – Forma de Assentar dos Bloco da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

Outro ponto importante no assentamento desta alvenaria é a utilização de um martelo de borracha, para não danificar o bloco. Depois da primeira fiada assente é importante que, ao longo da construção da parede, se vá verificando sempre com um fio-de-prumo a verticalidade da mesma. Como vemos é importante que o canto seja parte integrante da estrutura e daí a importância de começar a construção pelos cantos, garantindo uma interligação dos blocos e panos de alvenaria. No canto deve também ser colocado um poste para garantir a verticalidade e perfeição do mesmo.

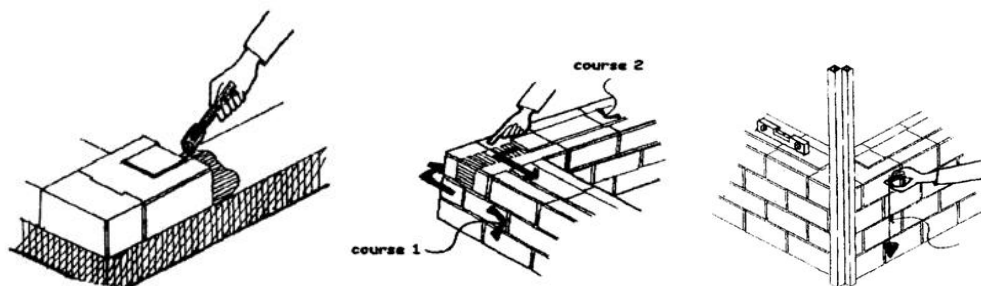


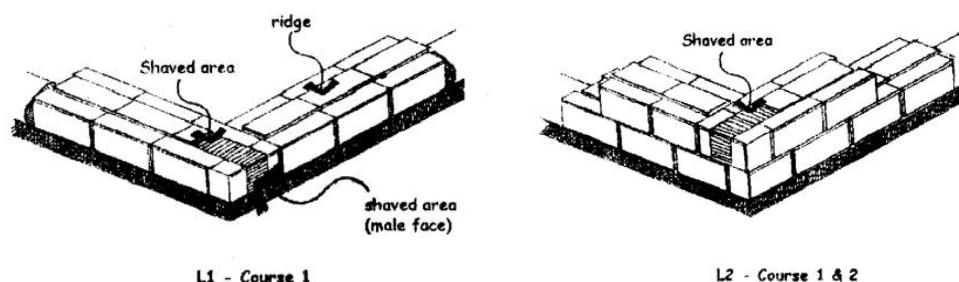
Fig. 4.19 – Cuidados com o Assentamento dos Blocos da Hydraform nos Cantos

Fonte: <http://www.hydraform.com>

4.3.3 PONTOS SINGULARES NA CONSTRUÇÃO

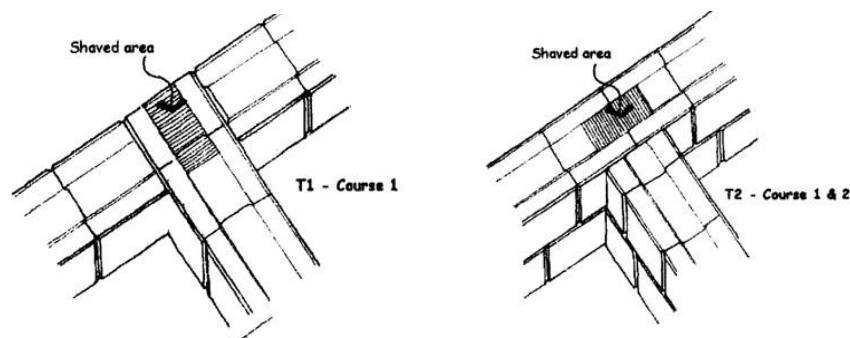
a) CANTOS

Os cantos são pontos extremamente importantes e ao mesmo tempo frágeis, quando não são bem executados. Garantem a ligação de dois panos de alvenaria, e integram a própria estrutura, e daí a necessidade de garantir uma boa execução. Na figura 4.20 podemos ver os cuidados a ter na execução do canto. Para além do que já vimos, é necessário raspar o cume ou a crista da parte superior do bloco para o assentamento perfeito do bloco da fiada seguinte, perpendicular a esta. Este é um cuidado básico mas importante na execução dos cantos para garantir o nivelamento de todas as fiadas, garantindo a qualidade da construção.

Fig. 4.20 – Cantos com Blocos da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

b) JUNÇÕES EM T

Nas Junções em forma de T, a fiada em que a parede perpendicular se sobrepõe com a parede principal, é necessário também raspar o cume ou a crista da parte superior do bloco para o assentamento perfeito do bloco da fiada seguinte.

Fig. 4.21 – Junções em T com Blocos da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

c) CRUZAMENTO DE PAREDES

No cruzamento de duas paredes acontece a mesma coisa. Sempre que uma fiada cruza outra, é necessário raspar o cume ou a crista da parte superior do bloco adjacente.

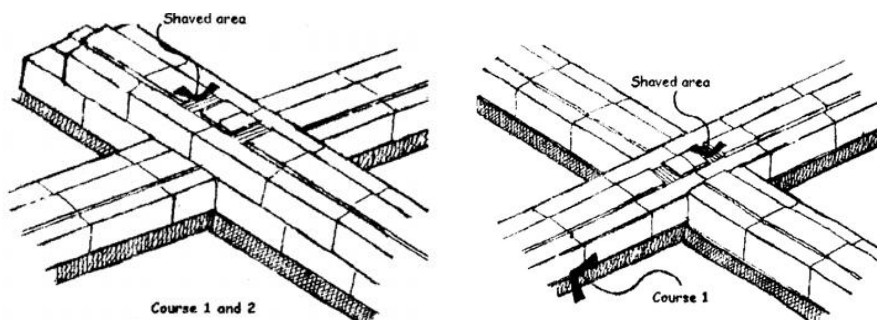


Fig. 4.22 – Cruzamento de Paredes com Blocos da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

d) CANTOS COM QUALQUER ÂNGULO

Em cantos com ângulos quaisquer superiores a 90° é preciso ter atenção à necessidade de efectuar o reforço com um grampo em aço (fazê-lo ao centro do bloco como se indica na figura 4.23).

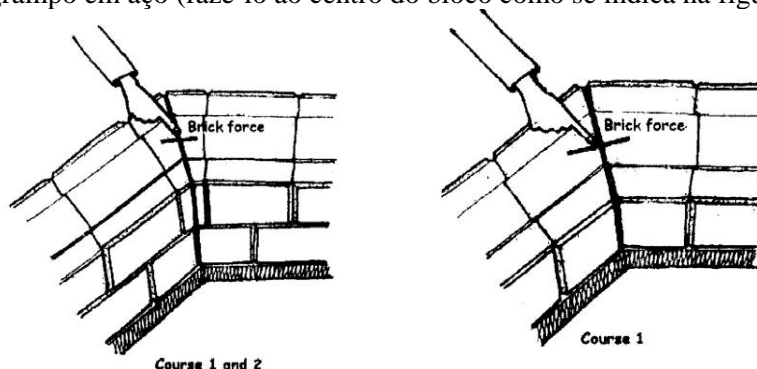


Fig. 4.23 – Cantos com ângulos superiores a 90° com Blocos da Hydraform
Fonte: <http://www.hydraform.com>

4.3.4 PREPARAÇÃO DOS BLOCOS DA HYDRAFORM

As superfícies superiores e o leito do bloco devem ser limpas com uma escova antes da sua aplicação, de forma a garantir um encaixe perfeito dos blocos. Os blocos podem ser cortados com um cinzel, conforme se apresenta na figura 4.24: usar o cinzel para raspar o cume ou a crista do bloco, no caso de não existir uma rebarbadora; usar uma lâmina para limpar eventuais resíduos de solo nas zonas do bloco que têm de garantir a transferência da carga, bem como as zonas de macho/fêmea do bloco que garantem um encaixe perfeito.

Os blocos devem estar limpos de todas as eventuais impurezas de solo que aderem à superfície do bloco, caso contrário, o encaixe não é realizado como o previsto e a verticalidade da parede pode deixar de estar garantida.

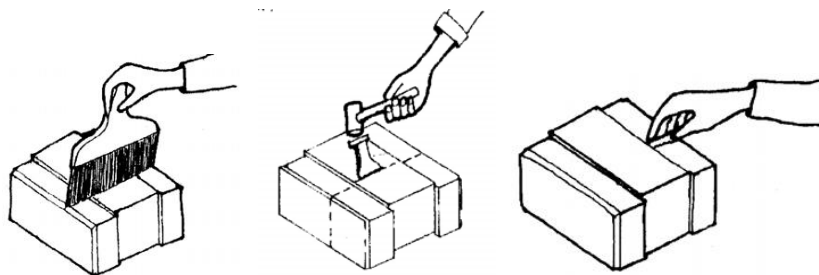


Fig. 4.24 – Preparação dos Blocos da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

4.3.5 A CONSTRUÇÃO COM BLOCOS DA HYDRAFORM

a) FUNDAÇÕES, NIVELAMENTO E ASSENTAMENTO DA PRIMEIRA FIADA DE BLOCOS

Nas fundações normalmente são adoptadas as soluções descritas na figura 4.25, onde é executada uma laje de fundação em todo o perímetro a construir ou a fundação é construída com blocos de solo-cimento com juntas argamassadas até à cota do piso térreo. Depois, é feito um aterro até à cota desejada e executado pavimento térreo. A figura 4.26 representa o esquema relativo à execução da primeira fiada assente com argamassa.

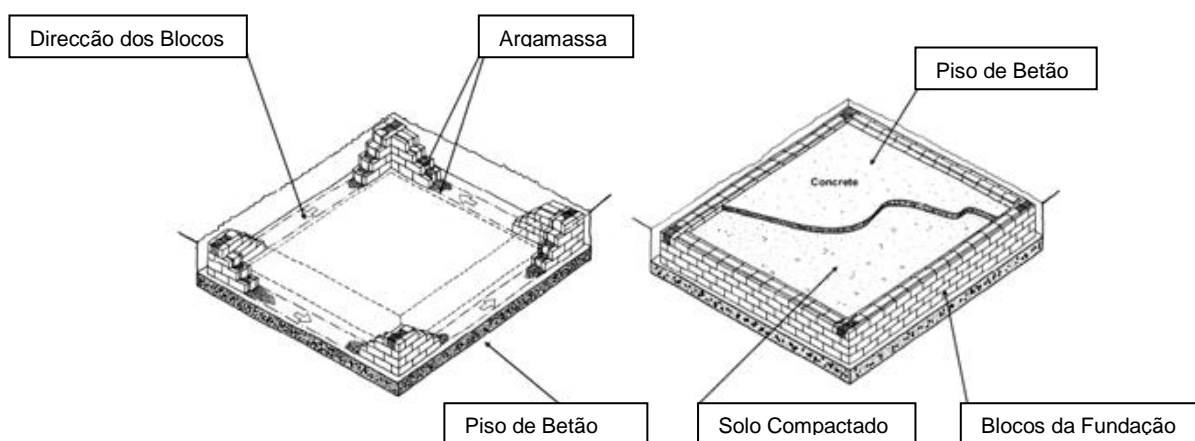


Fig. 4.25 – Execução das Fundações com Blocos da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

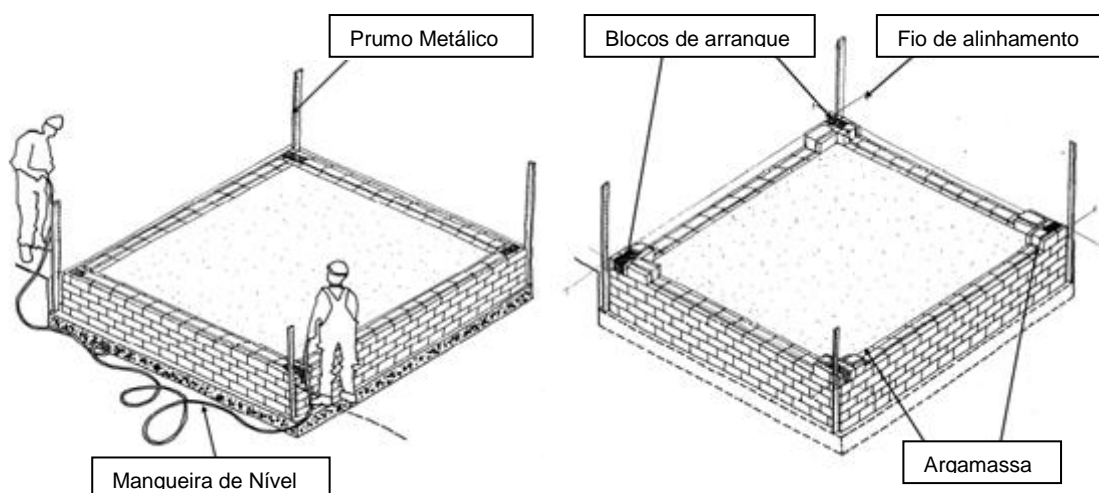


Fig. 4.26 – Nivelamento e Assentamento da Primeira Fiada de Blocos da Hydraform
Fonte: <http://www.hydraform.com>

b) EXECUÇÃO DOS VÃOS

A materialização das portas e janelas são dos pontos que se encontram menos bem tratados, como referido em pontos anteriores. A figura 4.27 apresenta duas situações de execução de vãos para uma porta e janela onde são colocados pré-aços. Quando a parede chega à altura da padieira, esta é materializada com um lintel em argamassa ou betão conforme a imagem da direita da figura 4.29. No ponto 4.5 deste capítulo, este é um dos assuntos alvo de melhorias.

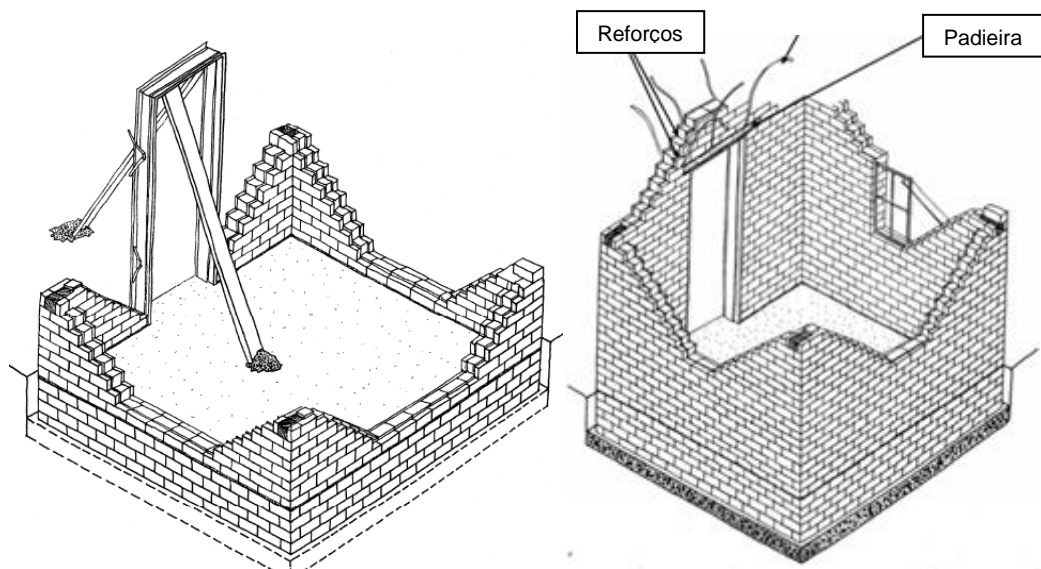


Fig. 4.27 – Execução dos Vãos de Portas e Janelas com Blocos da Hydraform

Fonte: <http://www.hydraform.com>

c) ACABAMENTOS

Os acabamentos em qualquer tipo de construção são importantes. A figura 4.28 apresenta vários pontos que reflectem os acabamentos com os blocos da Hydraform, desde a execução de quadros eléctricos e colocação da respectiva tubagem, onde existe uma dificuldade muito grande. Como foi visto no caso 2 do capítulo 3 na construção do refeitório, onde a solução de paredes mistas entre a alvenaria de solo-cimento e a alvenaria tradicional foram a forma de resolução deste tipo de problemas.

Como se vê na segunda imagem da figura 4.28 a utilização de Blocos de 220 mm “Conduit” são a forma como esta tecnologia tenta resolver a questão das instalações, de forma muito limitada e ineficiente, serve também para eventuais reforços das alvenarias. A figura representa a execução de um rodapé pelo lado exterior da parede de alvenaria, protegendo-a de eventuais infiltrações de águas de superfície, devendo para isso garantir que o reboco ultrapassa a primeira fiada de blocos. Em casos pontuais as juntas devem mesmo ser argamassadas quando se suspeite da entrada de água através das mesmas. Em casos de mau assentamento do bloco e onde seja necessário uma ou outra pancada para o recolocar no sítio, deve ser feito recorrendo a um barrote de madeira, e bater sobre este para não danificar o bloco de solo-cimento. Quando existem esquinas ou blocos danificadas devem ser ratificados recorrendo à utilização de uma argamassa de solo-cimento feita para o efeito.

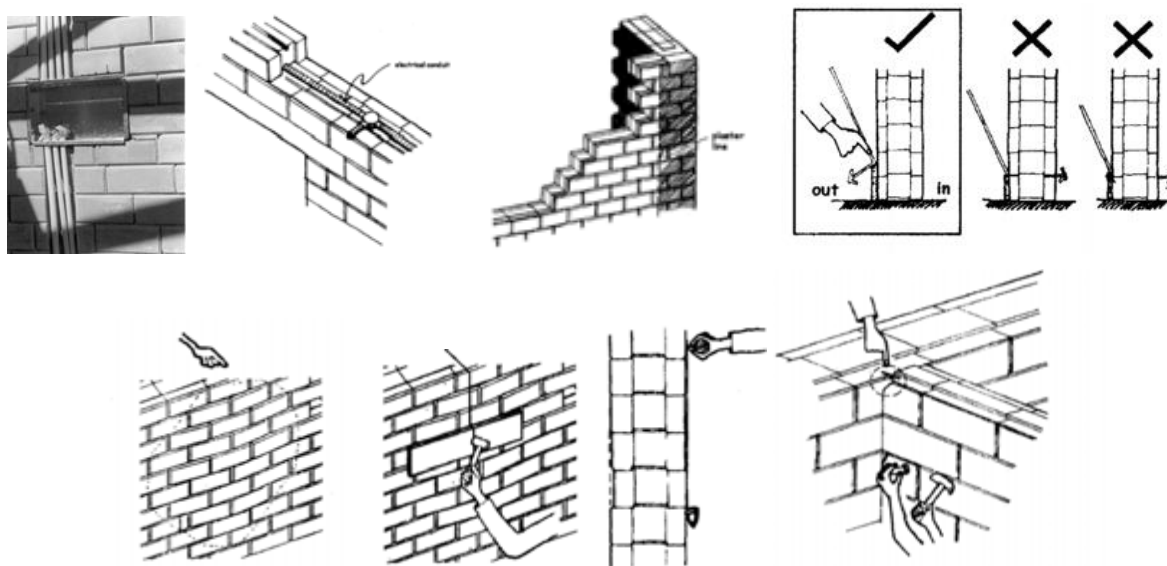


Fig. 4.28 – Acabamentos com Blocos da Hydraform (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

4.4 DEFINIÇÃO DE UM PROJECTO DE ARQUITECTURA/ESTRUTURA

Neste ponto é apresentado um projecto de arquitectura, figura 4.29, com o objectivo de fazer a especificação do mesmo. É um projecto (tipo) que é apresentado no site da Hydraform. Será usado para desenhar as alvenarias de solo-cimento com blocos da Hydraform, realizar o projecto de arquitectura/estrutura apresentado no Anexo. Este projecto tipo apresenta algumas sugestões e formas para ultrapassar alguns dos problemas que têm vindo a ser enunciados, nomeadamente padieiras de portas e janelas, cunhais e transição da fachada num piso intermédio, viga lintel.

O projecto de arquitectura, diz respeito a uma habitação modelo que se constrói em Angola e noutros países africanos que usam esta tecnologia de blocos de solo-cimento da Hydraform. É uma habitação de rés-do-chão composta por um compartimento sala/cozinha, dois quartos e uma casa de banho. No interior só a casa de banho possui porta, os outros compartimentos têm cortinados a substituir as portas, trata-se de habitação económica onde se economiza em quase tudo, garantindo apenas os mínimos de habitabilidade.

A construção tem como elemento principal, o bloco de solo-cimento da Hydraform, a fundação é uma viga de $(0,60 \times 0,30 \text{ m}^2)$ sob todas as paredes, exteriores e interiores. O pavimento térreo é materializado com uma laje de betão que liga às vigas de fundação. A cobertura é executada com uma estrutura de madeira e telha cerâmica.

Estas propostas de melhoria, neste caso muito simples, podem parecer pouco úteis e mesmo de alguma complicação do sistema construtivo, já que o torna mais trabalhoso. Contudo não nos podemos esquecer, que temos construções com dois pisos e com maiores exigências do ponto de vista da arquitectura, exigindo mais desta simples tecnologia.

Como se pode ver com o projecto apresentado na figura 4.29 nas zonas acima das padieiras das portas e janelas os alçados são rebocados, também nesta zona os blocos de solo-cimento são assentes em argamassa. Este é o estado actual desta tecnologia, ter os alçados todos com blocos de solo-cimento à vista é o desafio deste trabalho. Por isso a sugestão de alteração à forma do bloco. Como se vê no projecto, nas primeiras quatro fiadas com o bloco alterado, não só se garante maior estabilidade como se aumenta a impermeabilização ao nível do piso térreo. Neste projecto não serão tidas em conta as instalações no interior das alvenarias, consideram-se à vista. Mas conforme a figura 4.34 neste caso é

mais fácil embutir as canalizações, já que a área para as instalações é superior à do bloco “Conduit”, e fazendo também uso do bloco da figura 4.35, para que as instalações possam andar na vertical da parede.

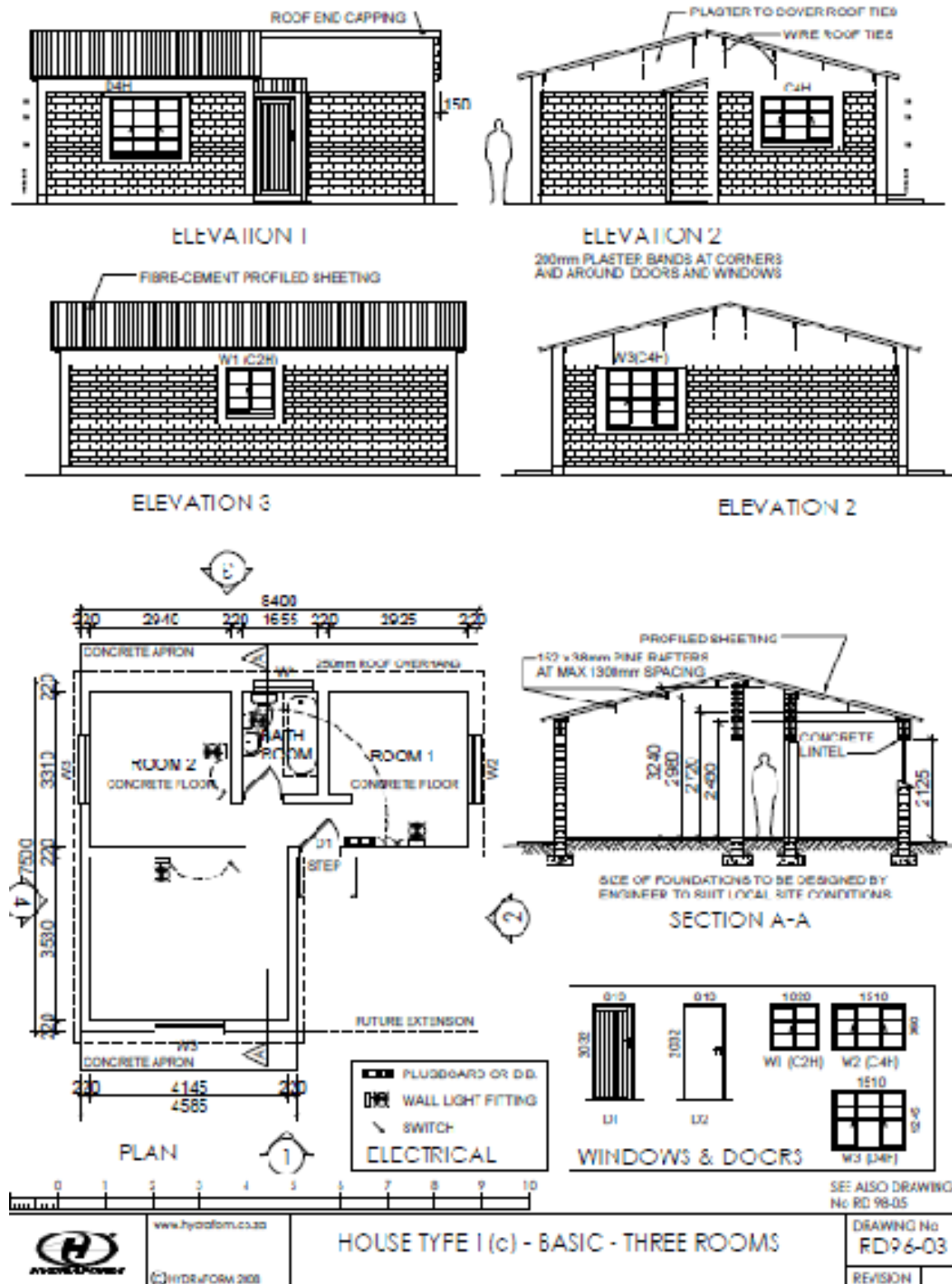


Fig. 4.29 – Casa Tipo (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

4.5 SUGESTÕES DE MELHORIA NO BLOCO SOLO-CIMENTO DA HYDRAFORM

O sistema construtivo permite que se construa o canto, com a sobreposição dos blocos, como se viu, ou ainda como se apresentou no Caso 2 no Capítulo 3, recorrendo ao confinamento da alvenaria de solo-cimento com pilares fracamente armados. Melhorando a resistência das estruturas à acção sísmica, embora tendo como inconveniente o facto de o canto não ficar com o bloco à vista.

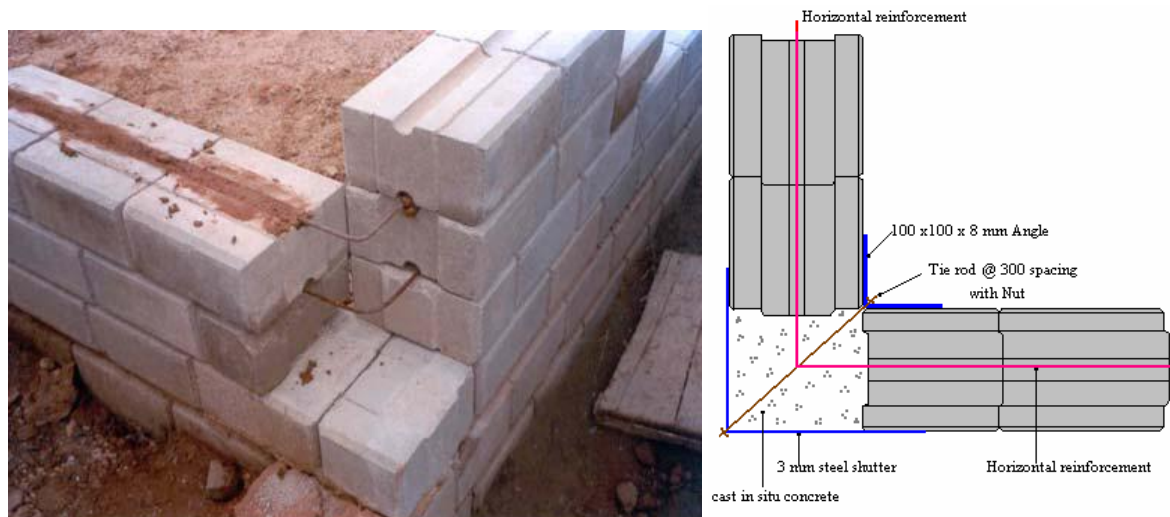


Fig. 4.30 – Canto com reforço (Fonte: <http://www.hydraform.com>)

a) MELHORIA DO BLOCO COM VISTA AO REFORÇO DOS CANTOS PROPOSTA DA ÁFRICA DO SUL

As figuras 4.31 e 4.32 representam uma proposta apresentada na África do Sul, para o reforço à acção sísmica das estruturas de alvenaria de solo-cimento com blocos da Hydraform. Na alínea seguinte surgem propostas de melhoria no âmbito deste trabalho, com base no trabalho deste autor sul-africano [7], e na experiência obtida pelo autor ao trabalhar com os blocos de solo-cimento da Hydraform.

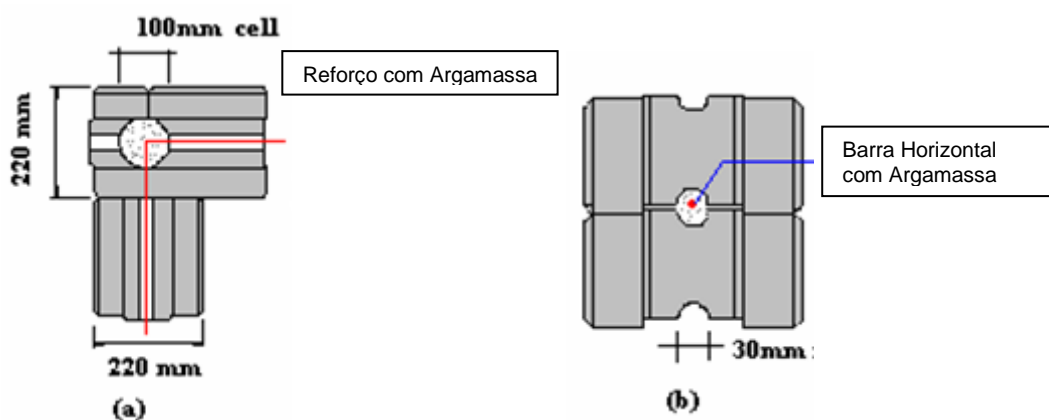


Fig. 4.31 – Bloco Modificado para os cantos [7]

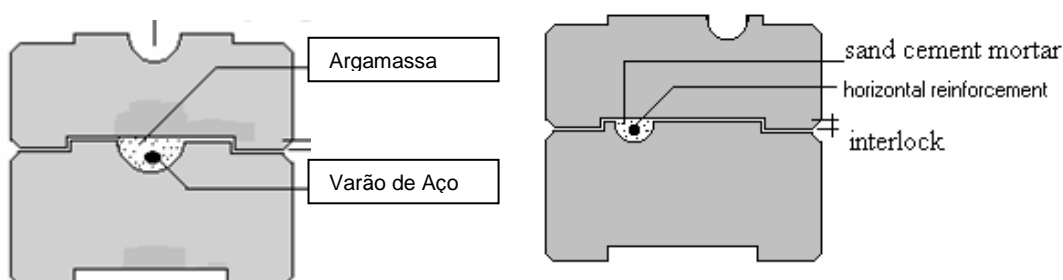


Fig. 4.32 – Bloco Modificado para reforço [7]

b) MELHORIAS NO BLOCO DE SOLO-CIMENTO DA HYDRAFORM PROPOSTAS PELO AUTOR

A figura 4.33 representa o bloco padrão com medidas (mm). Na figura 4.34 apresenta-se a proposta de alteração do bloco padrão, criando uma forma em “U” (8,0 cm \times 5,75 cm) na parte superior, conforme o desenho da esquerda e outro na parte inferior conforme o desenho da direita. Com estes moldes é fácil executar padieiras e o lintel de travamento dos panos de alvenaria, como se apresenta no projecto do anexo 1, sem recorrer a vigas em betão.

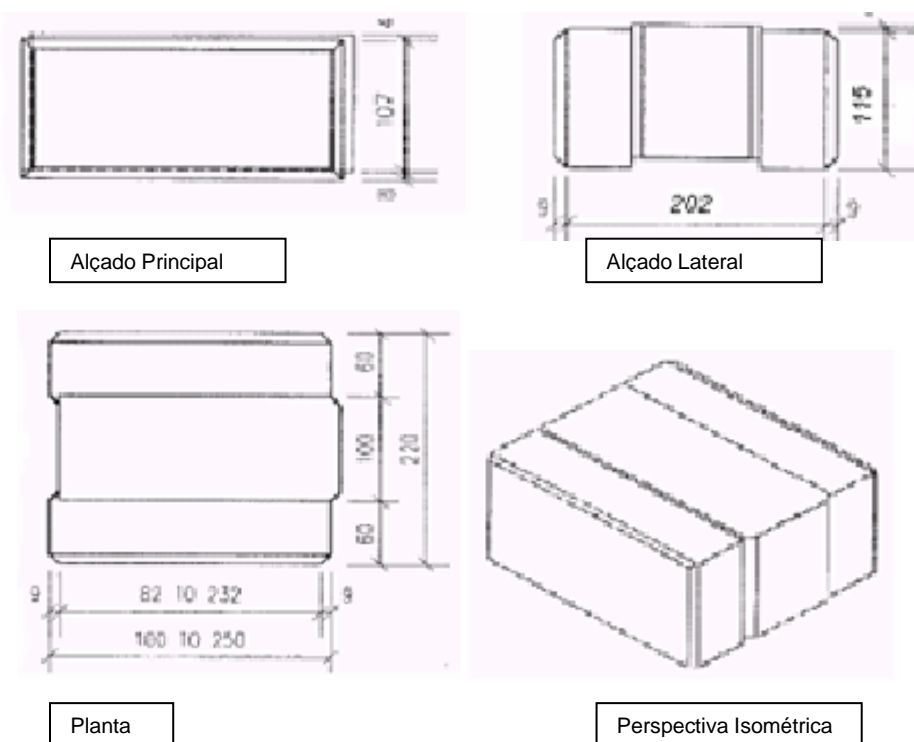


Fig. 4.33 – Bloco Padrão [7]

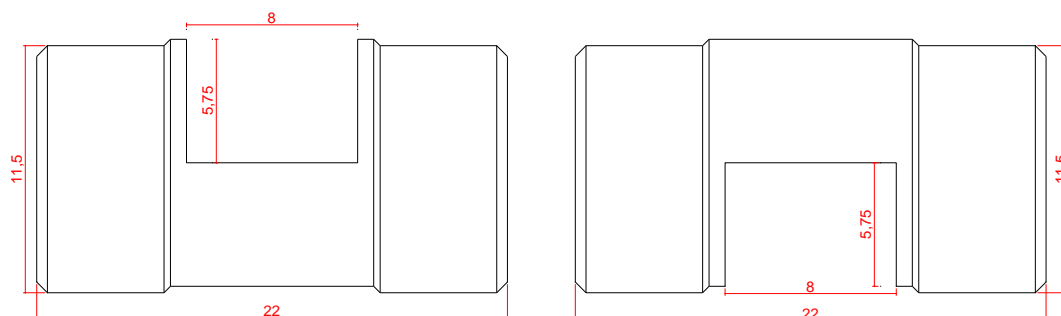


Fig. 4.34 – Bloco Padrão Modificado (Cavidade em U na parte superior/Cavidade em U na parte inferior)

A figura 4.35 na fotografia da direita representa o bloco padrão modificado, já proposto pelos sul-africanos, com o qual o autor concorda. No entanto no desenho da esquerda a proposta é fazer o mesmo, mas em vez do bloco “Conduit”, com o bloco padrão. Porque, com este molde o reforço dos cantos torna-se assim numa tarefa muito fácil de executar. O meio bloco que fica no canto, com a face “cortada” para o exterior, não necessita de qualquer remate com argamassa de solo-cimento na parte exterior. O mesmo não acontece com o bloco “Conduit”, em que é necessário o seu remate com argamassa de solo-cimento, diminuindo assim a qualidade do acabamento dos cantos.

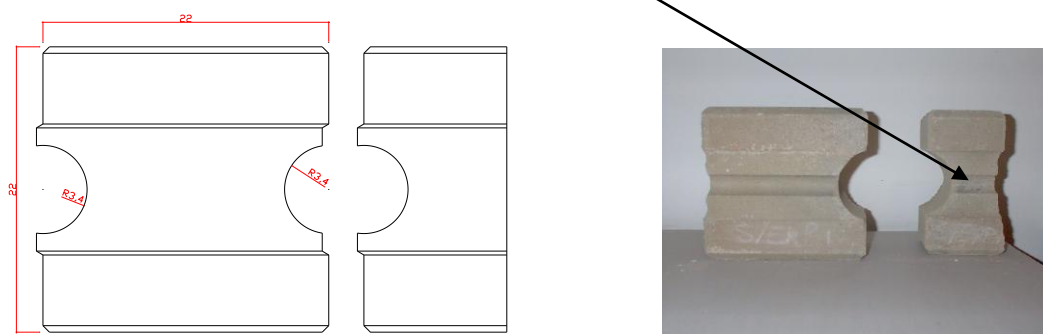


Fig. 4.35 – Bloco Padrão Modificado (Em Planta)

Outra grande vantagem que se apresenta no projecto em anexo, tem a ver com a possibilidade de criar um bloco em “L”, a partir do bloco da esquerda da figura 4.34. Para criar num pano de alvenaria contínua na zona de laje intermédia, este é um dos desenhos que se apresenta no anexo.

No projecto tipo são apresentados pormenores da execução de padieiras, vigas lintel, reforço dos cantos e reforço de paredes, a uma escala adequada.

4.6 ANÁLISE ECONÓMICA

Neste ponto, apresenta-se uma breve análise económica com base na experiência do autor. Os rendimentos e preços dos materiais apresentados, servem como base de orientação, ao estudo comparativo, podem obviamente ser alvo de discussão.

a) CUSTO DO M² DE PAREDE DE BLOCO DE SOLO-CIMENTO DA HYDRAFORM /BLOCO DE CIMENTO

O custo do metro quadrado, pode ser determinado, sabendo o preço da unidade e quais as suas dimensões.

Bloco Padrão da Hydraform, tem 220 mm de largura e com um comprimento que pode variar de 120 mm a 240 mm como se viu em pontos anteriores. Os mais usados são os blocos com 220 mm de comprimento e 240 mm.

Consumo por m^2 , de blocos com 220 mm de comprimento:

Área ($0,115 \times 0,22 = 0,0253 \text{ m}^2$); logo $1 \text{ m}^2 / 0,0253 \text{ m}^2 = 39,5$ Unidades

Consumo por m^2 , de blocos com 240 mm de comprimento:

Área ($0,115 \times 0,24 = 0,0276 \text{ m}^2$); logo $1 \text{ m}^2 / 0,0276 \text{ m}^2 = 36,2$ Unidades

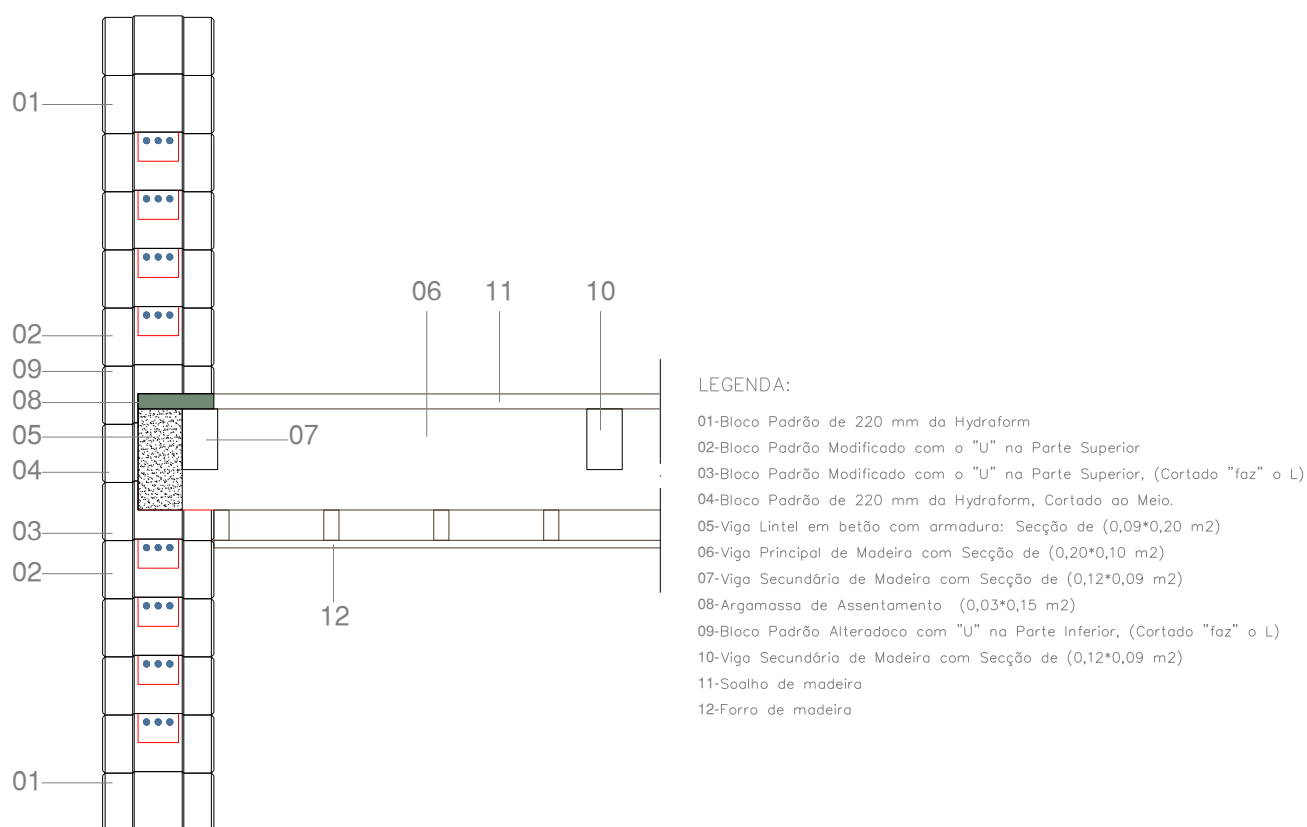


Fig. 4.36 – Pormenor de apoio de uma laje intermédia

Como se pode verificar no caso de o bloco ter um comprimento de 220 mm ou de 240 mm, a diferença são 3 unidades, com o bloco mais pequeno de 220 mm comprimento, temos um incremento de 12% no número de blocos que necessita o m^2 .

Nas tabelas 4.4 e 4.5, apresentam-se o valor de custo por metro quadrado de construção, de duas das soluções mais usadas em Angola. A parede simples com blocos de solo-cimento da Hydraform e a parede simples com bloco de betão corrente de 20 cm de largura, revestida e pintada em ambas as faces.

Os valores da mão-de-obra da alvenaria corrente são, valores de subempreitada. De notar que, estes são valores médios praticados em 2008, não devem ser considerados como valores de referência. Até porque num país como Angola as flutuações nos preços variam de dia para dia, é preciso ter essa noção. Estes valores servem-nos para ter uma ordem de grandeza na comparação entre as soluções.

Tabela 4.4– Custo por m² de parede corrente de alvenaria com blocos de solo-cimento

“PAREDE CORRENTE DE ALVENARIA” BLOCO DE DA HYDRAFORM (220×115×220) mm³			UNIDADE = m²	
Execução de parede corrente com blocos de solo-cimento, simplesmente encaixados uns sobre os outros				
Quantidade	Unidade	Descrição dos Recursos	Custos (USD)	
			Unitários	Totais
40	UN	Bloco Padrão da Hydraform (220×115×220)	1,15	46,00
				46,00
0,80	Hora	Servente	1,20	0,96
0,80	Hora	Pedreiro	1,70	1.36
				2,32
Custo Directo				48,42
Incidência no Custo directo: MATERIAIS ----%; EQUIPAMENTO= ---%; MÃO-DE-OBRA= --- %				

Tabela 4.5 – Custo por m² de parede corrente de alvenaria com blocos de Betão

“PAREDE CORRENTE DE ALVENARIA” BLOCO DE BETÃO (20×50×20) (cm)			UNIDADE = m ²	
Execução de parede corrente com blocos de betão assentes com argamassa de cimento				
Quantidade	Unidade	Descrição dos Recursos	Custos (USD)	
			Unitários	Totais
10	UN	Blocos de betão de (20×50×20) cm	1,74	17,40
0,0236	M ³	Argamassa de Assentamento (traço 1:5)	180,00	4,25
0,03	M ³	Argamassa de Reboco (traço 1:5), com 1,5 cm de espessura em ambas as faces	180,00	5,40
				27,05
1,0	M ²	Assentamento de alvenaria de Blocos de Betão (20×50×20).	8,0	8,0
2,0	M ²	Reboco tradicional com argamassa de cimento, (com salpique, reboco e areado pronto a pintar).	10,0	20,0
2,0	M ²	Fornecimento de aplicação de uma tinta normal.	7,0	14,0
				42,00
Custo Directo				69,05
Incidência no Custo directo: MATERIAIS =---%; EQUIPAMENTO= ---%; MÃO-DE-OBRA= --- %				

Nota: Sem considerar custos indirectos e Lucros.

A Tabela 4.6 apresenta o resumo dos valores finais obtidos nos cálculos apresentados nas Tabelas 4.4 e 4.5 ou seja a comparação entre o custo directo unitário estimado para uma parede com blocos de solo-cimento e para uma parede com blocos de betão correntes.

Tabela 4.6 – Comparação entre os custos de produção com blocos de solo-cimento e blocos de betão

COMPARAÇÃO ENTRE AS PAREDES CORRENTES DE ALVENARIA, BLOCOS DE SOLO-CIMENTO/ BLOCOS DE BETÃO	
USD/m ² BLOCO PADRÃO DA HYDRAFORM (220×115×220) mm ³	USD/m ² BLOCO DE BETÃO (20×50×20)
MÃO-DE-OBRA/m ² + MATERIAL/m ²	MÃO-DE-OBRA/m ² + MATERIAL/m ²
48,42	69,05

b) ALGUMAS CONCLUSÕES

Numa análise prévia, verificamos que a parede executada com blocos de cimento, revestida e pintada em ambas as faces, é cerca de 1,5 vezes mais cara, do que a parede executada com blocos de solo-cimento da Hydraform.

Conclui-se assim que a parede de bloco de solo-cimento acaba por ter um custo mais baixo do que a construção tradicional com blocos de cimento. Isto deixa de ser verdade se a parede de solo-cimento, for rebocada e pintada. Daí o esforço de tentar melhorar esta tecnologia, para que as paredes possam, ficar com as faces à vista, e com níveis de qualidade aceitáveis.

A solução com blocos de solo-cimento da Hydraform, é do ponto de vista térmico e acústico, melhor solução do que a parede simples de blocos de solo-cimento, com um coeficiente de transmissão térmica mais baixo. As construções com blocos de solo-cimento da Hydraform têm maior inércia, já que as paredes têm maior massa.

As paredes, com os blocos da Hydraform, têm alguma desvantagem relativamente às paredes correntes de blocos de betão, no que diz respeito a eventuais infiltrações de água pela parede. Este é um dos pontos, que penso ser importante estudar, com vista a uma eventual melhoria do sistema, será uma das recomendações para futuros estudos.

5

CONCLUSÃO

5.1. PRINCIPAIS RESULTADOS

Durante o desenvolvimento deste trabalho, foi feita pesquisa no sentido compreender o funcionamento dos sistemas construtivos, que usam os blocos de encaixe como principal elemento construtivo e estrutural. Foi feita pesquisa de diversa tecnologia nos EUA, Canadá, Austrália entre outros. Também o Brasil foi alvo de uma forte pesquisa, onde, há muito tempo se usa com sucesso o bloco de solo-cimento com sistema de encaixe. O objectivo, foi uma aprendizagem e um conhecimento dos sistemas construtivos com blocos de encaixe, de solo-cimento ou não, com vista a uma possível melhoria do sistema que é objecto deste trabalho.

Este trabalho resultou da experiência adquirida pelo autor, ao trabalhar com este bloco da Hydraform em Angola. Tendo sido essa experiência, um dos motivos que levou à realização deste trabalho, numa tentativa de expor a tecnologia, e dar um pequeno contributo, na melhoria do sistema construtivo com os blocos de solo-cimento da Hydraform.

A proposta apresentada na figura 4.34 é uma tentativa de melhoria do sistema, permitindo resolver melhor a execução de padieiras de portas e janelas sem recorrer à execução de uma viga de betão, bem como a execução lintéis de confinamento dos panos de alvenaria. Permitindo que os blocos fiquem com face à vista, já que era um dos inconvenientes relativamente a outros sistemas, como o brasileiro. São desta forma permitidos reforços dos panos de alvenaria, (Por exemplo com a execução de duas fiadas reforçadas a meio do pano de alvenaria).

Como se viu no ponto 4.6, este sistema pode facilmente competir com as alvenarias tradicionais em blocos de betão. Em construções de pequeno porte, até dois andares, com facilidade se aplica esta tecnologia, sem ter de recorrer a estruturas porticadas de betão armado. O projecto tipo, apresentado no anexo 1, mostra a facilidade com que se constrói sem recorrer aos habituais elementos de betão armado que confinam as alvenarias. Detalhando e pormenorizando algumas situações particulares.

5.2. RECOMENDAÇÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Depois de apresentado o sistema construtivo com base nos blocos de solo-cimento da Hydraform, facilmente se conclui que muito existe a fazer no sentido de melhorar este sistema construtivo:

Estudar o comportamento térmico, de paredes simples de blocos de solo-cimento.

Depois deste trabalho, com as alterações feitas ao sistema, é interessante elaborar um estudo relativo à produção. A tentativa de melhoria leva a um acréscimo nos custos, já que se aumentam os tempos de execução e os custos associados ao reforço.

Sob o ponto de vista estrutural, elaborar ensaios mecânicos com vista a estudar a capacidade resistente de um pano de alvenaria, travada com os reforços que são sugeridos neste trabalho. E estudar com particular atenção a zona dos vãos, qual o comportamento de padieiras de portas e janelas, quais as deformadas e eventuais formas para melhorar ou otimizar o reforço proposto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- [1] SAID JALALI E RUTE EIRES, *Inovações Científicas de Construção em Terra Crua*, Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Civil, 2008
- [2] MARIA FERNANDES, *6º Curso de Mestrado em Reabilitação de Arquitectura e Núcleos Urbanos/Disciplina Conservação Integrada*, 2007
- [3] MARIANA CORREIA, *SEMINÁRIO TÉCNICO ' Regeneração Urbana Sustentável ' - APEA Recuperação de Arquitectura de Terra. Casos de Estudo.*
(Fonte: http://www.apea.pt/xFiles/scContentDeployer_pt/docs/Doc1487.pdf)
- [4] JOSÉ AMÉRICO ALVES SALVADOR FILHO, *BLOCOS DE CONCRETO PARA ALVENARIA EM CONSTRUÇÕES INDUSTRIALIZADAS*, (Doutoramento) Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo, 2007
- [5] SÉRGIO ALVES, *PAREDES DE EDIFÍCIOS EM PANOS SIMPLES FUNDAMENTOS, DESEMPENHO E METODOLOGIA DE ANÁLISE*, Tese de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2001
- [6] JOÃO REI, *EDIFÍCIOS DE PEQUENO PORTE EM ALVENARIA RESISTENTE*, Tese de Mestrado apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Dissertação realizada sob a orientação do Professor Doutor Hipólito José Campos de Sousa, do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 1999
- [7] JOSEPH VINCENT NGOWI, *STABILITY OF DRY- STACK MASONRY*. Tese apresentada à Faculdade de Engenharia da University of the Witwatersrand, para a obtenção do título de Doctor of Philosophy in Engineering, 2005
- [8] PAULO B. LOURENÇO, *POSSIBILIDADES ACTUAIS NA UTILIZAÇÃO DA ALVENARIA ESTRUTURAL*. IISSE (Institute for Sustainability and Innovation in Structural Engineering), Universidade do Minho, 2007
- [9] JOÃO BATISTA SANTOS DE ASSIS, *DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO NA FLEXÃO EM PAREDES CONSTRUÍDAS COM BLOCOS ENCAIXÁVEIS DE SOLO-CIMENTO*, Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de "Doutor em Engenharia de Estruturas", 2008
- [10] Seminário: *A EVOLUÇÃO DOS EDIFÍCIOS EM ALVENARIA AUTO-PORTANTE* “Concepção, projecto e realização das estruturas: aspectos históricos” Prof. Dr. Henrique Lindenberg Neto da EPUSP. (Fonte: www.somatecengenharia.com.br/.../edificios_alvenaria_estrutural.pdf)

PÁGINAS DE INTERNET CONSULTADAS:

www.engemaquinas.com.br

<http://www.azarblock.com>

<http://www.durisolbuild.com>

<http://www.endurablock.com>

<http://faswall.com>

<http://www.haenerblock.com>

<http://www.flexlock.com>

<http://www.sparlock.com>

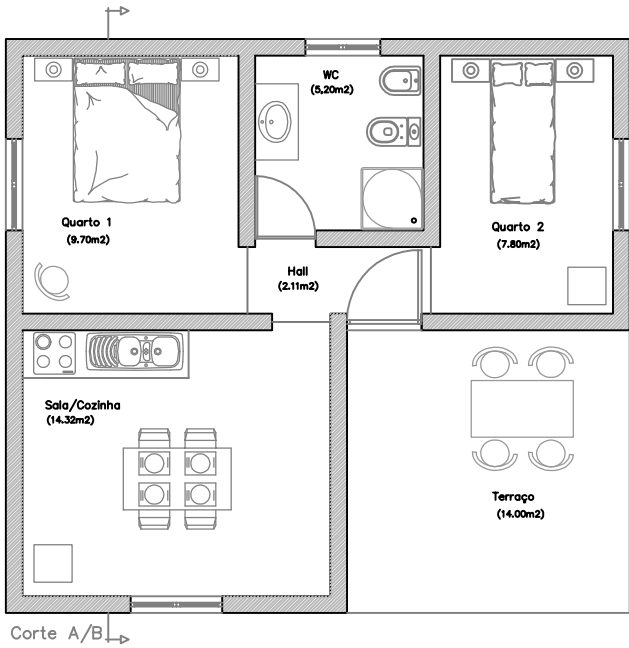
<http://www.monteirotijolos.com>

www.ecomaquinas.com

<http://www.hydraform.com>

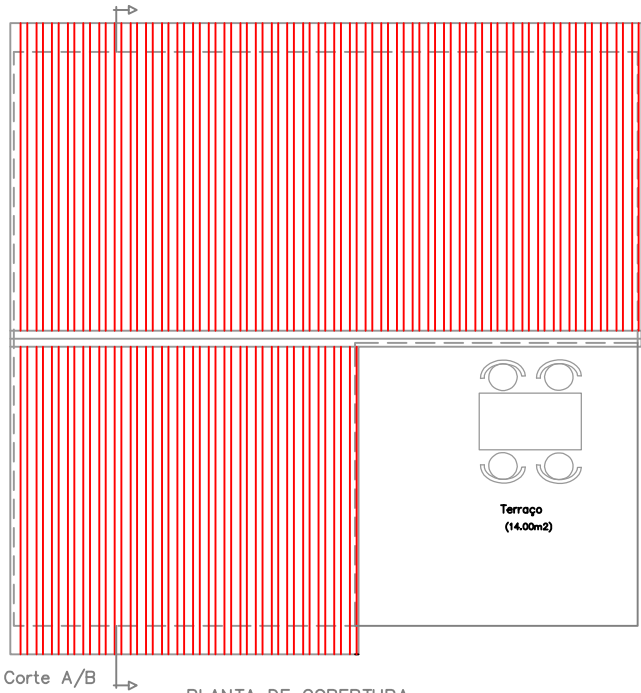
ANEXO

Moradia Tipo
Pormenores Construtivos
Desenhos (000 a 020)



QUADRO DE ÁREAS	
Desig.	ÁREAS(m2)
Quarto 1	9.70
Quarto 2	7.80
W.C.	5.20
Hall	2.11
Sala/Cozinha	14.32
Sala/Cozinha	14.32
Área Bruta = 48.63 m2	
Área Útil = 39.70 m2	

PLANTA DE APRESENTAÇÃO

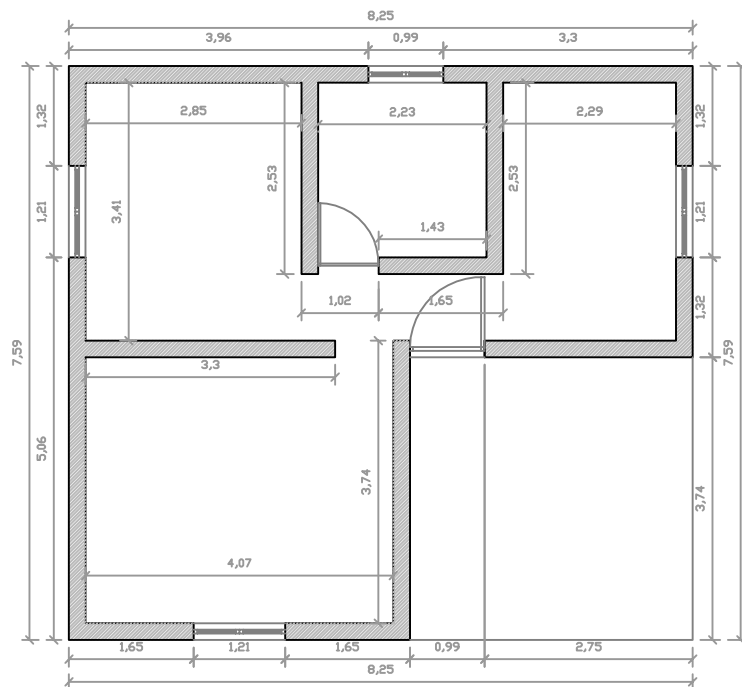


PLANTA DE COBERTURA

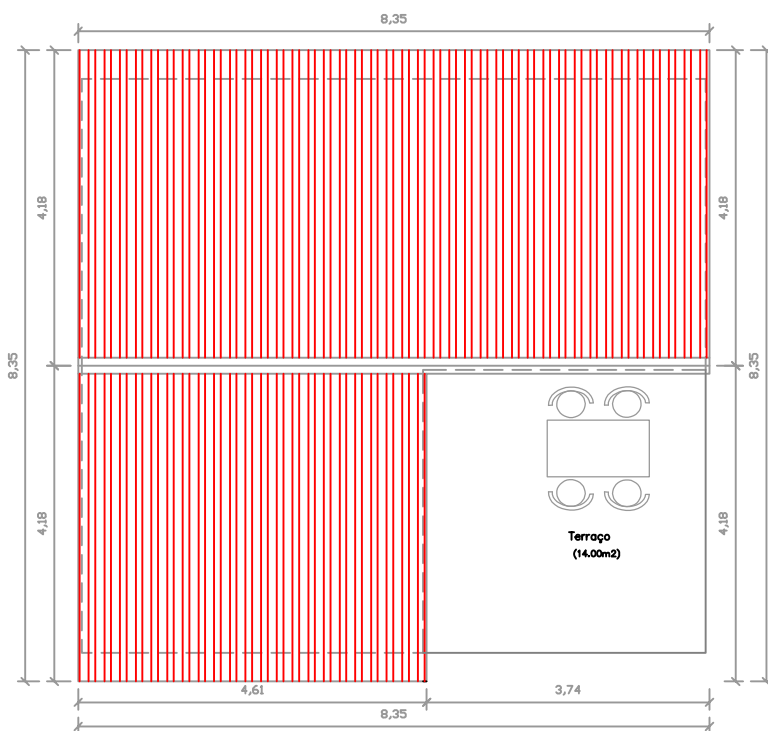
Materiais:

Paredes—Bloco da Hydraform 220 mm
Cobertura—Estrutura de Madeira e Telha Cerâmica
Pavimentos interiores—Mosaico Cerâmico
Pavimento Terraço—Betão à Vista
Caixilharia Exterior—Estrutura de Alumínio
Caixilharia Interior—Porta em Madeira

fase.	especialidade.	requerente.	escalas.	designação.	processo. nº
○ LEVANTAMENTO	● ARQUITECTURA	○ TÉRMICA	○ ACÚSTICA	Planta de Apresentação Planta de Cobertura	000
○ LAY-OUT	○ ESGOTOS	○ ELECTRICIDADE	○ S.N.B.		
○ ESTUDO PRÉVIO	○ ÁGUAS	○ INST. MECÂNICAS	○ PAISAGISMO	data.	desenho. nº
○ LICENCIAMENTO	○ ESTABILIDADE	○ G.P.L.	○ ALTERAÇÕES		
● EXECUÇÃO				Fev. 2011	
○ TELAS FINAIS					
		Local. Moradia Tipo - Angola			



PLANTA DE APRESENTAÇÃO COTADA

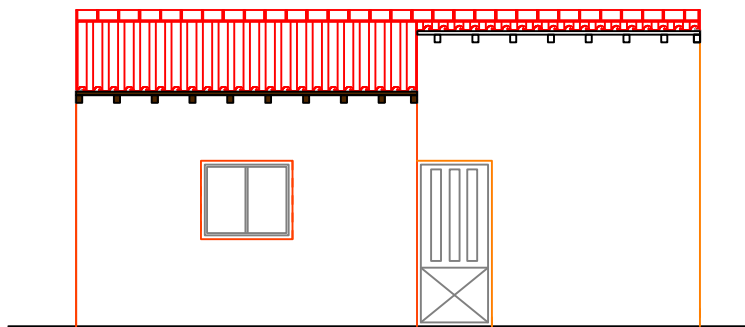


PLANTA COTADA DA COBERTURA

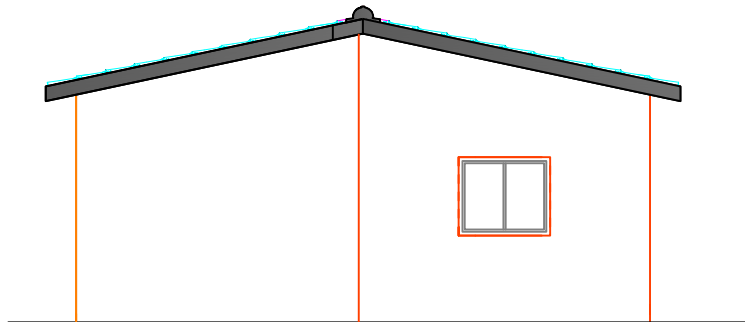
Materialis:

Paredes—Bloco da Hydraform 220 mm
 Cobertura—Estrutura de Madeira e Telha Cerâmica
 Pavimentos interiores—Mosaico Cerâmico
 Pavimento Terraço—Betão à Vista
 Caixilharia Exterior—Estrutura de Alumínio
 Caixilharia Interior—Porta em Madeira

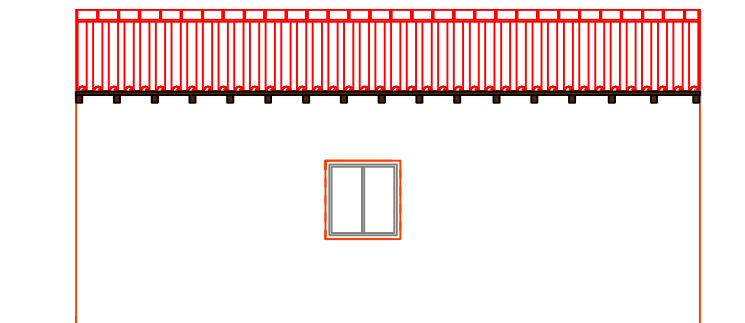
fase.	especialidade.	requerente.	escalas.	designação.	processo. nº
<input type="radio"/> LEVANTAMENTO <input type="radio"/> LAY-OUT <input type="radio"/> ESTUDO PRÉVIO <input type="radio"/> LICENCIAMENTO <input checked="" type="radio"/> EXECUÇÃO <input type="radio"/> TELAS FINAIS	<input checked="" type="radio"/> ARQUITECTURA <input type="radio"/> ESGOTOS <input type="radio"/> ÁGUAS <input type="radio"/> ESTABILIDADE	<input type="radio"/> TÉRMICA <input type="radio"/> ELECTRICIDADE <input type="radio"/> INST. MECÂNICAS <input type="radio"/> G.P.L.	<input type="radio"/> ACÚSTICA <input type="radio"/> S.N.B. <input type="radio"/> PAISAGISMO <input type="radio"/> ALTERAÇÕES	1:100 data. Feb. 2010	Planta de Apresentação Planta de Cobertura desenho. nº 001
Local. Moradia Tipo - Angola					



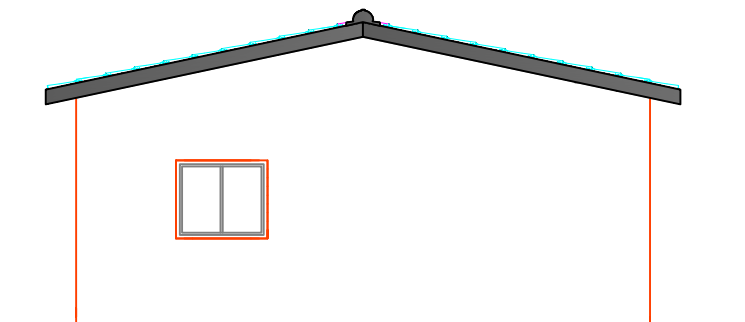
ALÇADO PRINCIPAL



ALÇADO LATERAL DIREITO



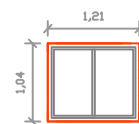
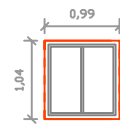
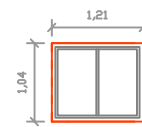
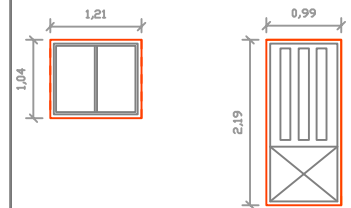
ALÇADO POSTERIOR



ALÇADO LATERAL ESQUERDO

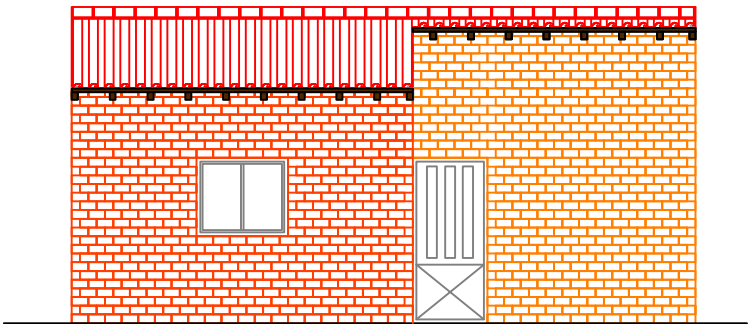
VÃOS EXTERIORES

Estrutura de Alumínio

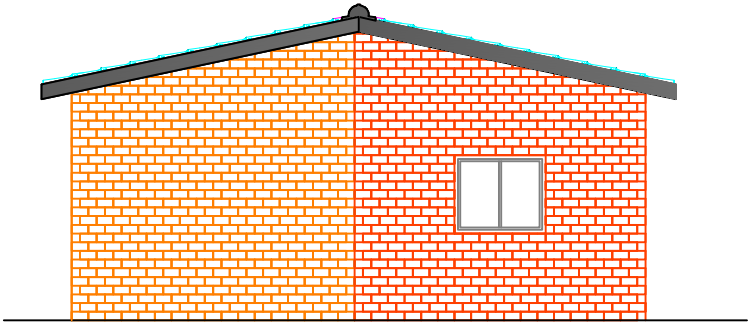


fase.	especialidade.	requerente.	escalas.	designação.	processo, nº
<input type="radio"/> LEVANTAMENTO <input type="radio"/> LAY-OUT <input type="radio"/> ESTUDO PRÉVIO <input type="radio"/> LICENCIAMENTO <input checked="" type="radio"/> EXECUÇÃO <input type="radio"/> TELAS FINAIS	<input checked="" type="radio"/> ARQUITECTURA <input type="radio"/> ESGOTOS <input type="radio"/> ÁGUAS <input type="radio"/> ESTABILIDADE	<input type="radio"/> TÉRMICA <input type="radio"/> ELECTRICIDADE <input type="radio"/> INST. MECÂNICAS <input type="radio"/> G.P.L. <input type="radio"/> ACÚSTICA <input type="radio"/> S.N.B. <input type="radio"/> PAISAGISMO <input type="radio"/> ALTERAÇÕES	1:100 data, Fev. 2010	Alçado Principal Alçado Lateral Direito Alçado Posterior Alçado Lateral Esquerdo	desenho, nº 002

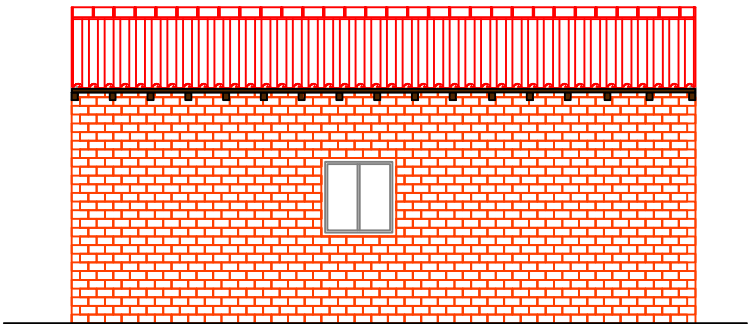
Local.
Moradia Tipo - Angola



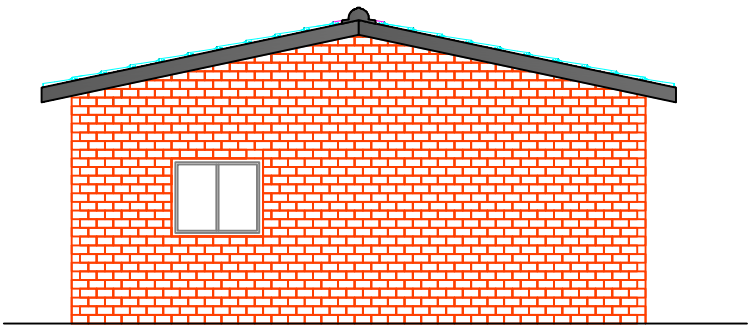
ALÇADO PRINCIPAL



ALÇADO LATERAL DIREITO

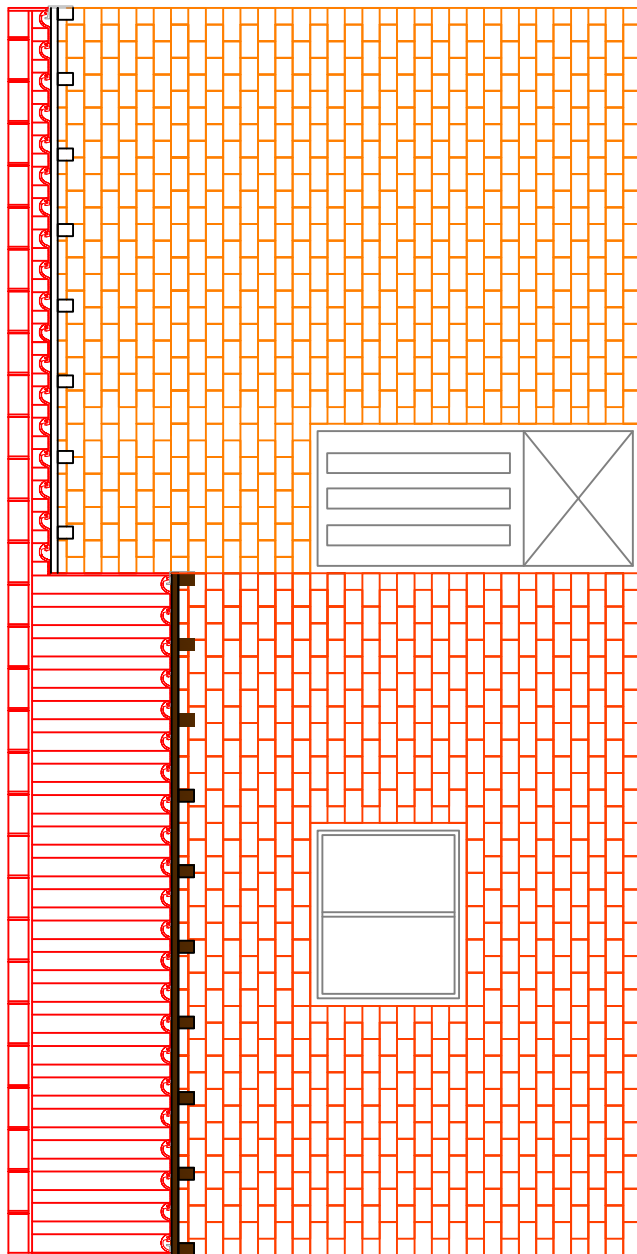


ALÇADO POSTERIOR

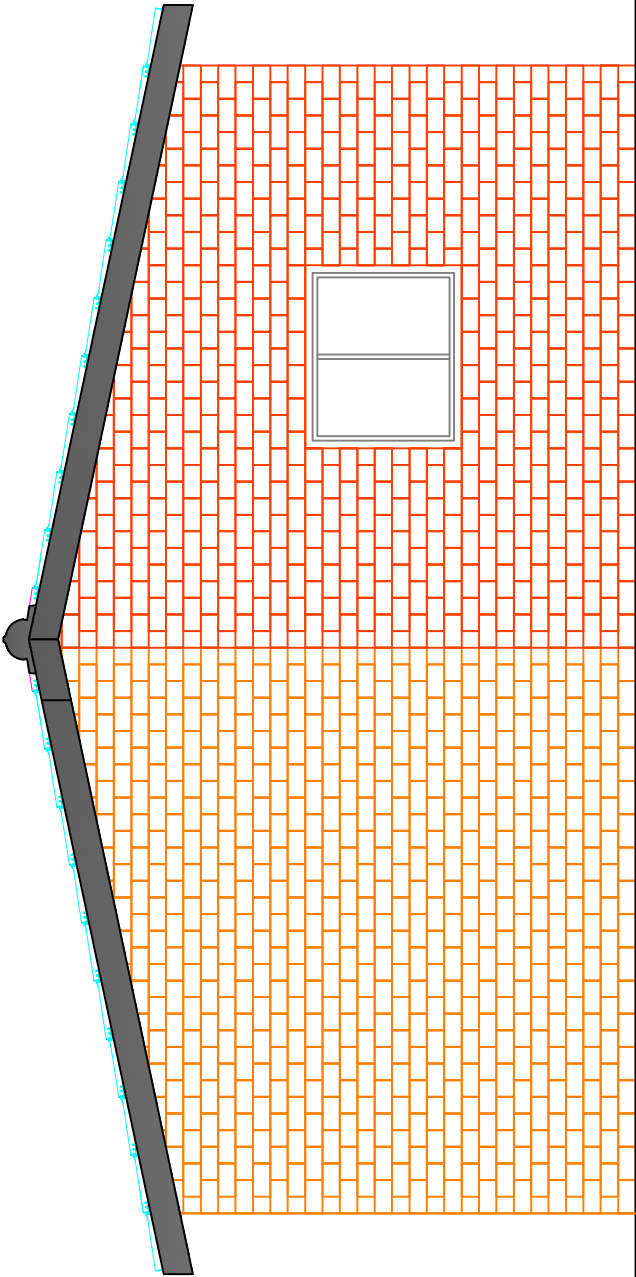


ALÇADO LATERAL ESQUERDO

fase.	especialidade.		requerente.	escalas.	designação.	processo. nº
<input type="radio"/> LEVANTAMENTO	<input type="radio"/> ARQUITECTURA	<input type="radio"/> TÉRMICA	<input type="radio"/> ACÚSTICA	1:100	Alçados	
<input type="radio"/> LAY-OUT	<input type="radio"/> ESGOTOS	<input type="radio"/> ELECTRICIDADE	<input type="radio"/> S.N.B.	data.	Com o Bloco da Hydraform	
<input type="radio"/> ESTUDO PRÉVIO	<input type="radio"/> ÁGUAS	<input type="radio"/> INST. MECÂNICAS	<input type="radio"/> PAISAGISMO	Fev. 2010		
<input type="radio"/> LICENCIAMENTO	<input type="radio"/> G.P.L.	<input type="radio"/> ALTERAÇÕES				
<input type="radio"/> EXECUÇÃO	<input type="radio"/> ESTABILIDADE		Local.			
<input type="radio"/> TELAS FINAIS			Morada Tipo - Angola			
						desenho. nº
						003

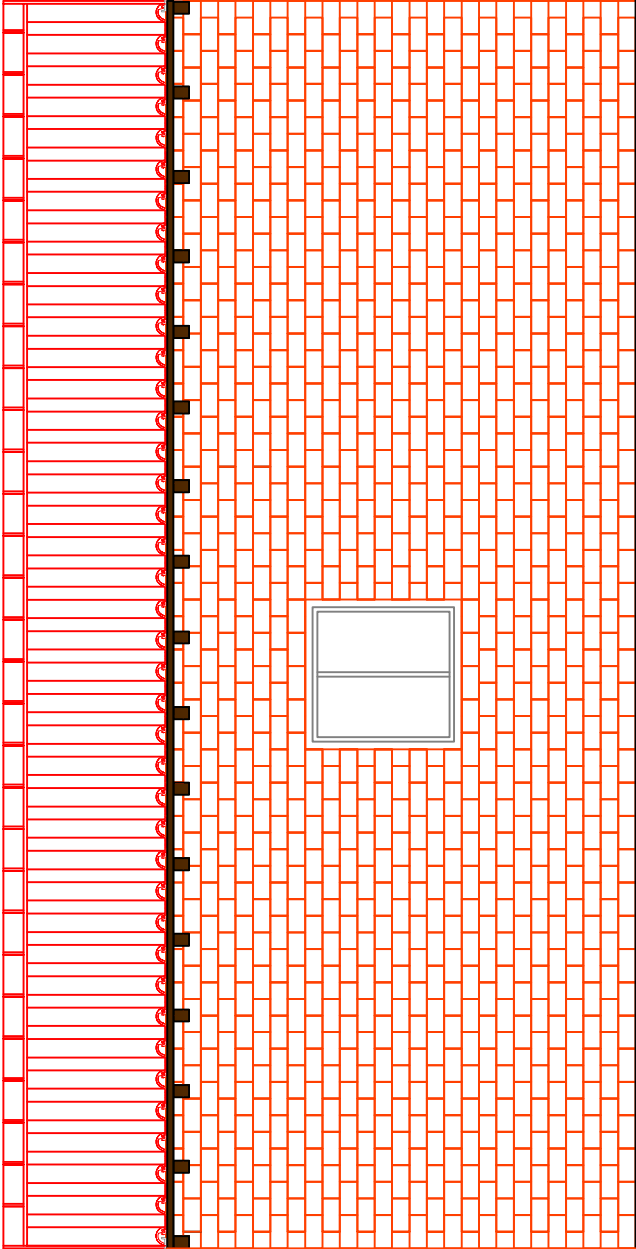


ALÇADO PRINCIPAL



ALÇADO LATERAL DIREITO

fase.		especialidade.		requerente.		escalas.	designação.	processo. nº
<input type="radio"/> LEVANTAMENTO	<input type="radio"/> ARQUITECTURA	<input type="radio"/> TÉRMICA	<input type="radio"/> ACÚSTICA	Local. Moradia Tipo - Angola		1:50	Alçado Lateral Direito Com o Bloco da Hydraform	desenho. nº
<input type="radio"/> LAY-OUT	<input type="radio"/> ESGOTOS	<input type="radio"/> ELECTRICIDADE	<input type="radio"/> S.N.B.			data.		
<input type="radio"/> ESTUDO PRÉVIO	<input type="radio"/> ÁGUAS	<input type="radio"/> INST. MECÂNICAS	<input type="radio"/> PAISAGISMO			Fev. 2010		005
<input checked="" type="radio"/> LICENCIAMENTO	<input checked="" type="radio"/> ESTABILIDADE	<input type="radio"/> G.P.L.	<input type="radio"/> ALTERAÇÕES					
<input type="radio"/> EXECUÇÃO								
<input type="radio"/> TELAS FINAIS								



ALÇADO POSTERIOR

○

ACÚSTICA

○

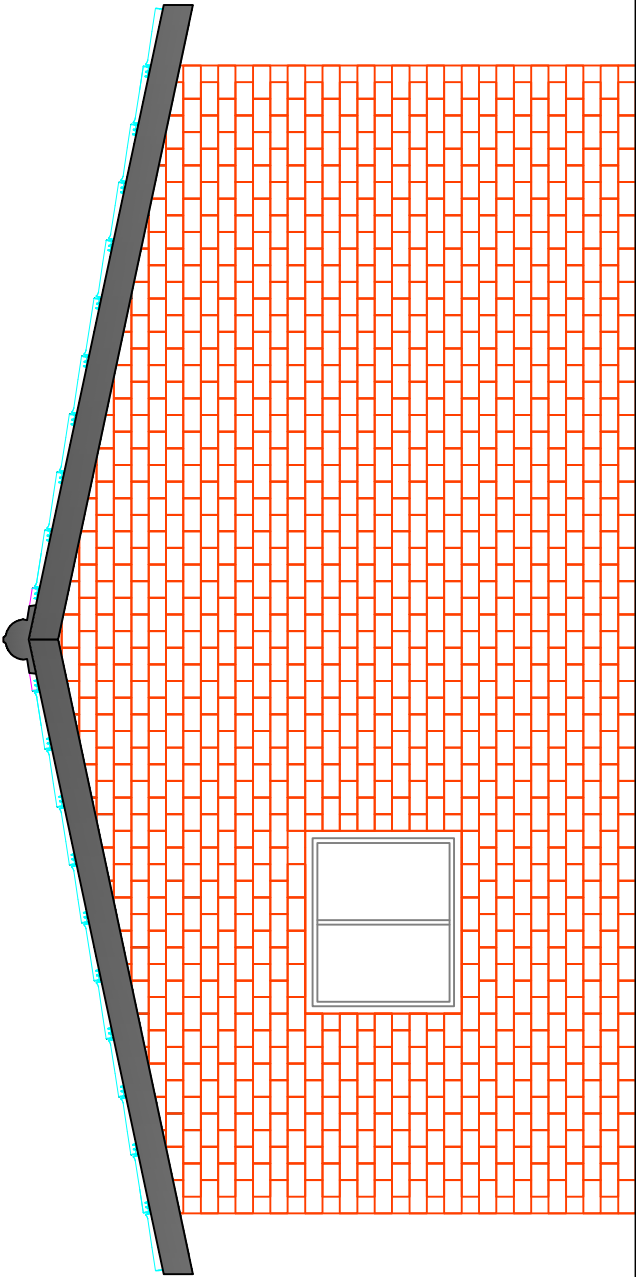
S.N.B.

○

PAISAGISMO

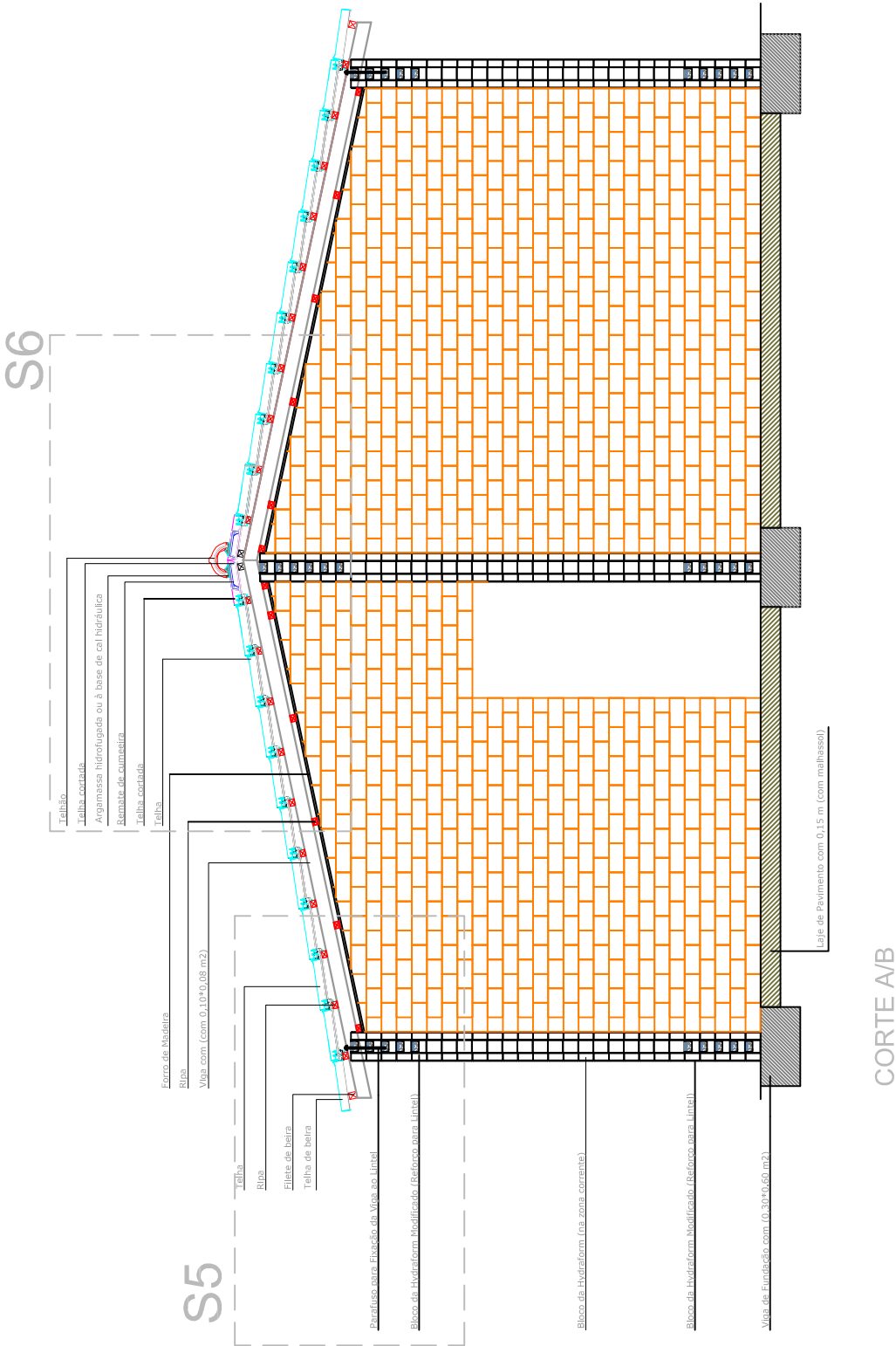
○

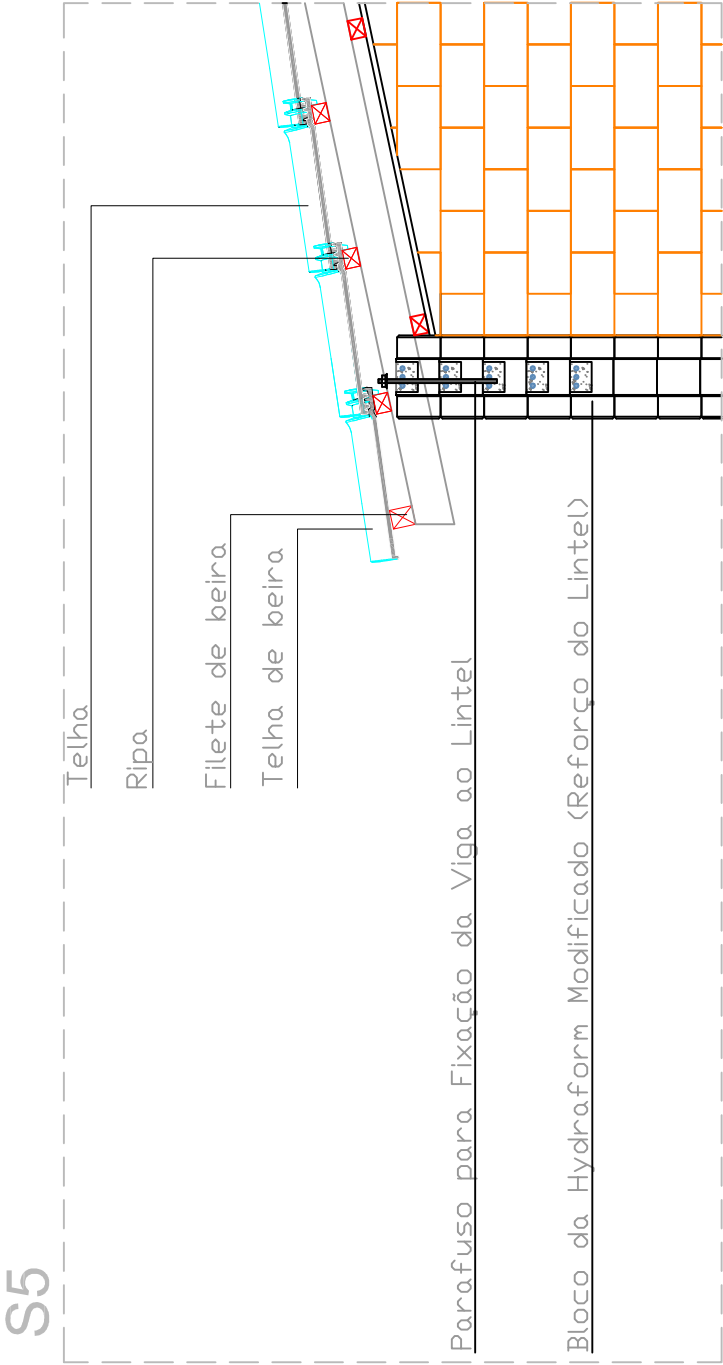
ALTERAÇÕES



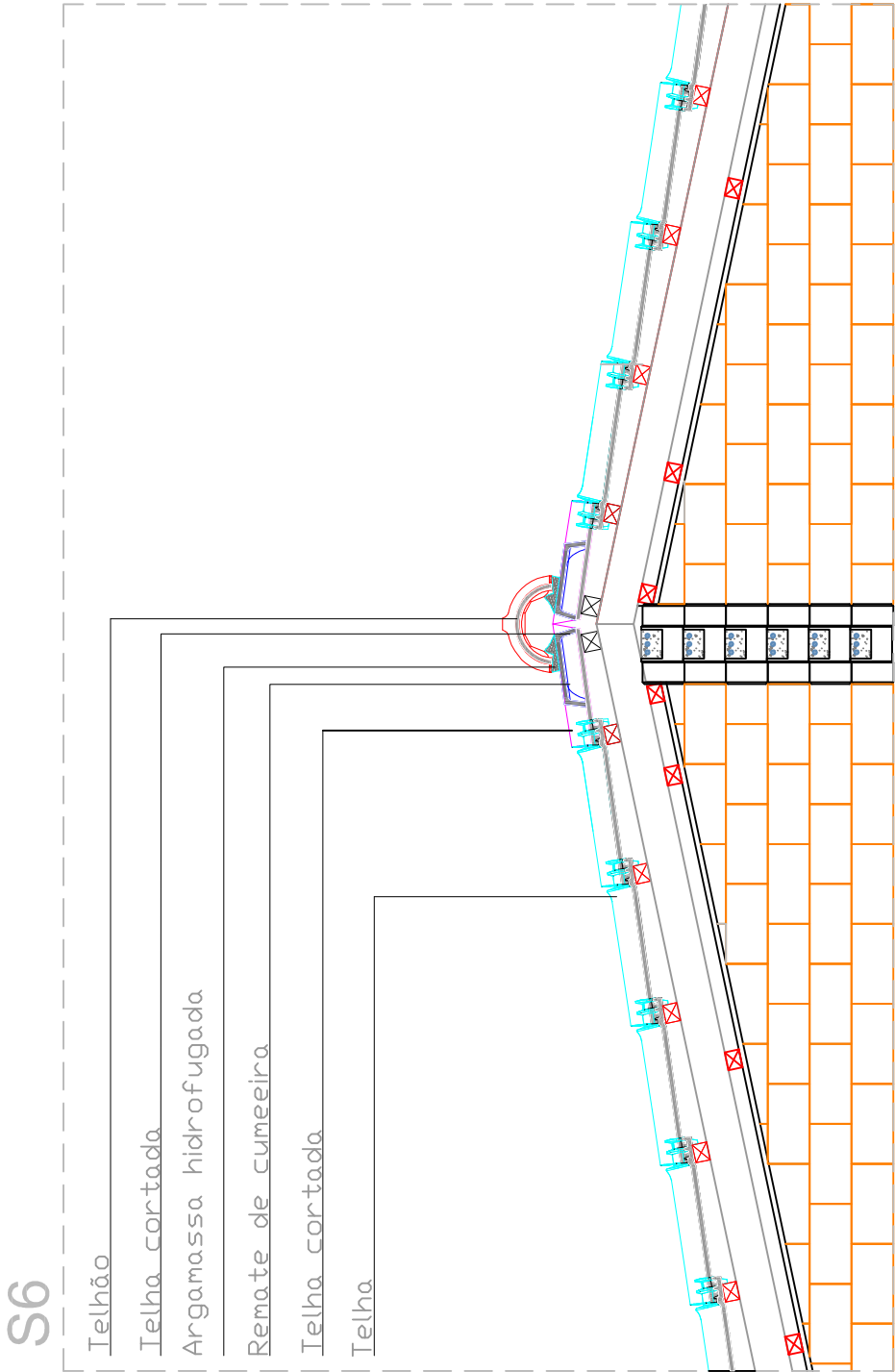
ALÇADO LATERAL ESQUERDO

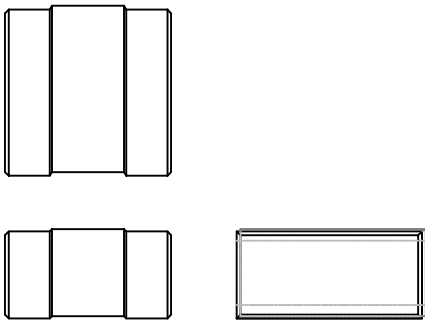
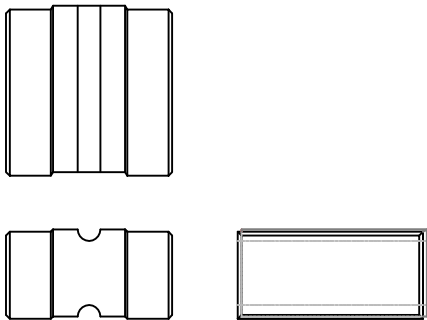
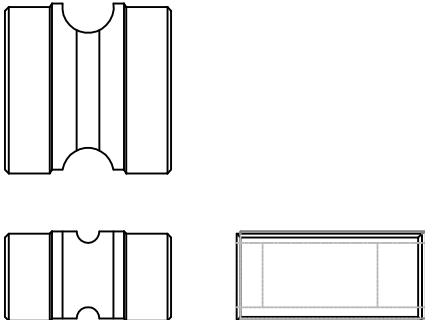
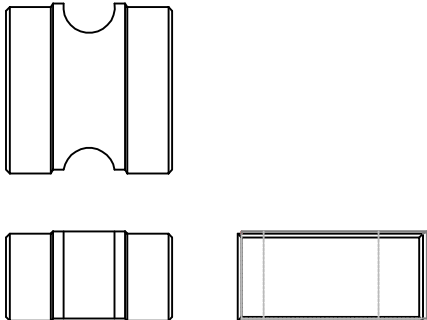
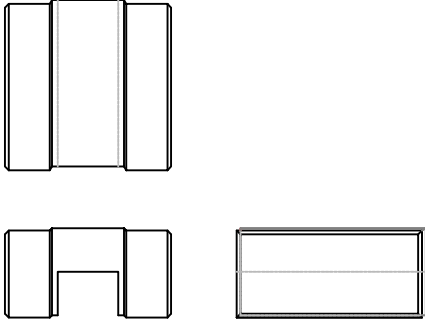
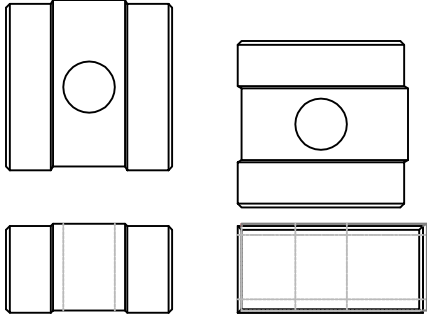
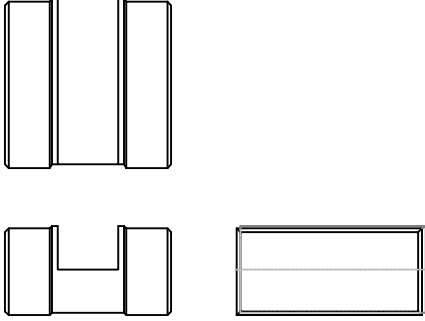
fase.	especialidade.		requerente.	escalas.	designação.	processo. nº
<div><div>○</div>LEVANTAMENTO</div> <div><div>○</div>LAY-OUT</div> <div><div>○</div>ESTUDO PRÉVIO</div> <div><div>○</div>LICENCIAMENTO</div> <div><div>●</div>EXECUÇÃO</div> <div><div>○</div>TELAS FINAIS</div>	<div><div>○</div>ARQUITECTURA</div> <div><div>○</div>ESGOTOS</div> <div><div>○</div>ÁGUAS</div> <div><div>●</div>ESTABILIDADE</div>	<div><div>○</div>TÉRMICA</div> <div><div>○</div>ELECTRICIDADE</div> <div><div>○</div>INST. MECÂNICAS</div> <div><div>○</div>G.P.L.</div>	<div><div>○</div>ACÚSTICA</div> <div><div>○</div>S.N.B.</div> <div><div>○</div>PAISAGISMO</div> <div><div>○</div>ALTERAÇÕES</div>	<div>Local.</div> Morada Tipo - Angola	<div>1:50</div> <div>data.</div> Fev. 2010	<div>Corte A/B</div> <div>Com o Bloco da Hydraform</div> <div>desenho. nº</div> 008





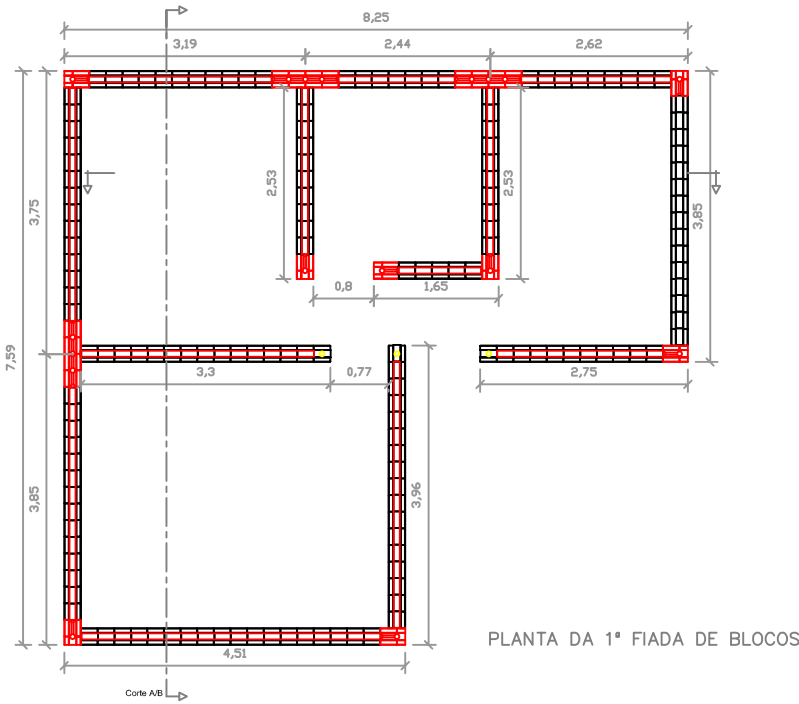
fase.	especialidade.	requerente.	escalas.	designação.	processo. nº
<input type="radio"/> LEVANTAMENTO	<input type="radio"/> ARQUITECTURA	<input type="radio"/> TÉRMICA	1:20	Secção 5 do Corte A/B	
<input type="radio"/> LAY-OUT	<input type="radio"/> ESGOTOS	<input type="radio"/> ELECTRICIDADE		Apoio de Beiral	
<input type="radio"/> ESTUDO PRÉVIO	<input type="radio"/> ÁGUAS	<input type="radio"/> INST. MECÂNICAS	data.	BLOCOS DA HYDRAFORM	desenho. nº
<input type="radio"/> LICENCIAMENTO	<input checked="" type="radio"/> ESTABILIDADE	<input type="radio"/> G.P.L.	Fev. 2010		009
<input type="radio"/> EXECUÇÃO		<input type="radio"/> ACÚSTICA			
<input type="radio"/> TELAS FINAIS		<input type="radio"/> S.N.B.			
		<input type="radio"/> PAISAGISMO			
		<input type="radio"/> ALTERAÇÕES			



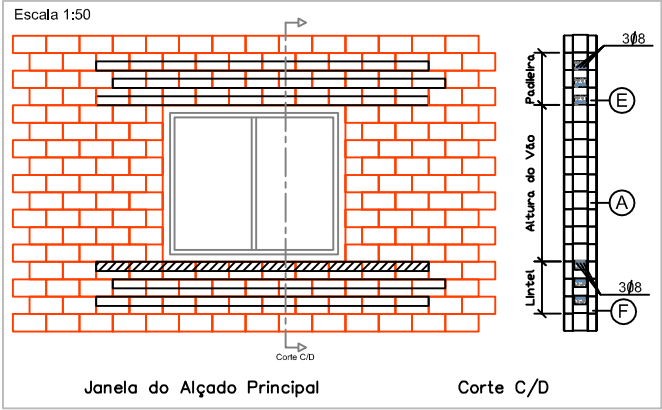
<p>Escala 1:10</p> <p>Bloco Padrão da Hydraform 220 mm*115mm*220mm</p> <p>A</p> 	<p>Escala 1:10</p> <p>Bloco Padrão da Hydraform 220 mm*115mm*220mm (Conduíte)</p> <p>B</p> 
<p>Escala 1:10</p> <p>Bloco Padrão da Hydraform 220 mm*115mm*220mm (Conduíte) Alteração Proposta por um autor Sul-Africano</p> <p>C</p> 	<p>Escala 1:10</p> <p>Bloco Padrão da Hydraform 220 mm*115mm*220mm Alteração Proposta pelo Autor (Para o Canto)</p> <p>D</p> 
<p>Escala 1:10</p> <p>Bloco Padrão da Hydraform 220 mm*115mm*220mm Alteração Proposta pelo Autor (Para a execução de Padieiras)</p> <p>E</p> 	<p>Escala 1:10</p> <p>Bloco Padrão da Hydraform 220 mm*115mm*220mm Alteração Proposta pelo Autor (Execução de um Furo)</p> <p>G</p> 
<p>Escala 1:10</p> <p>Bloco Padrão da Hydraform 220 mm*115mm*220mm Alteração Proposta pelo Autor (Para a execução do Lintel)</p> <p>F</p> 	

Formas com o Bloco Padrão da Hydraform 220 mm*115mm*220mm

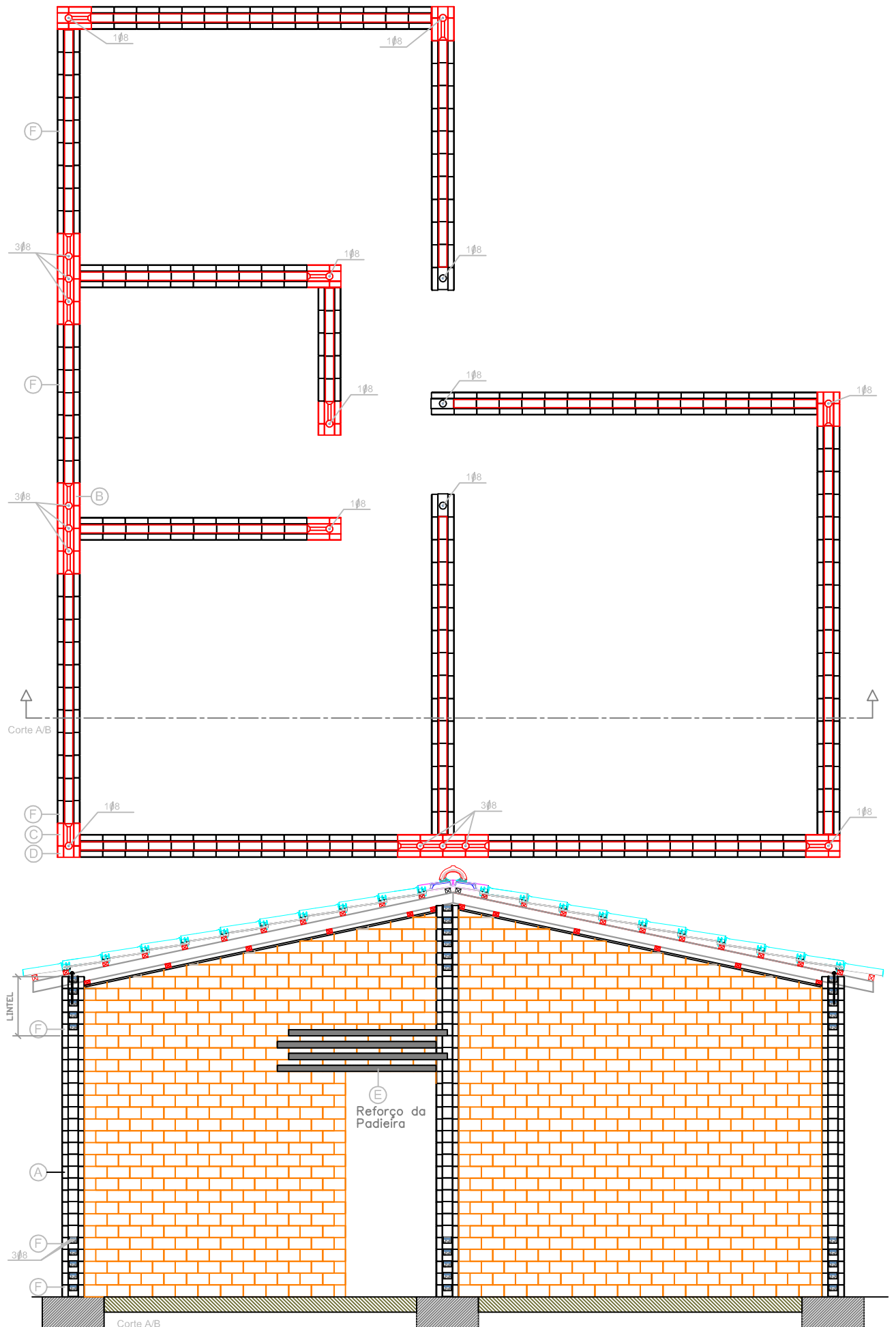
<p>fase.</p> <p><input type="radio"/> LEVANTAMENTO</p> <p><input type="radio"/> LAY-OUT</p> <p><input type="radio"/> ESTUDO PRELIMINAR</p> <p><input type="radio"/> LICENCIAMENTO</p> <p><input type="radio"/> EXECUÇÃO</p> <p><input type="radio"/> TELAS FINAIS</p>	<p>especialidade.</p> <p><input type="radio"/> ARQUITECTURA</p> <p><input type="radio"/> ESGOTOS</p> <p><input type="radio"/> ÁGUAS</p> <p><input type="radio"/> ESTABILIDADE</p> <p><input type="radio"/> TÉRMICA</p> <p><input type="radio"/> ELECTRICIDADE</p> <p><input type="radio"/> INST. MECÂNICAS</p> <p><input type="radio"/> G.P.L.</p> <p><input type="radio"/> ACÚSTICA</p> <p><input type="radio"/> S.N.B.</p> <p><input type="radio"/> PAISAGISMO</p> <p><input type="radio"/> ALTERAÇÕES</p>	<p>requerente.</p> <p>Local.</p> <p>Morada Tipo - Angola</p>	<p>escalas.</p> <p>1:10</p> <p>data.</p> <p>Fev. 2010</p>	<p>designação.</p> <p>BLOCOS DA HYDRAFORM</p>	<p>processo. nº</p> <p>desenho. nº</p> <p>011</p>
---	--	--	---	---	---



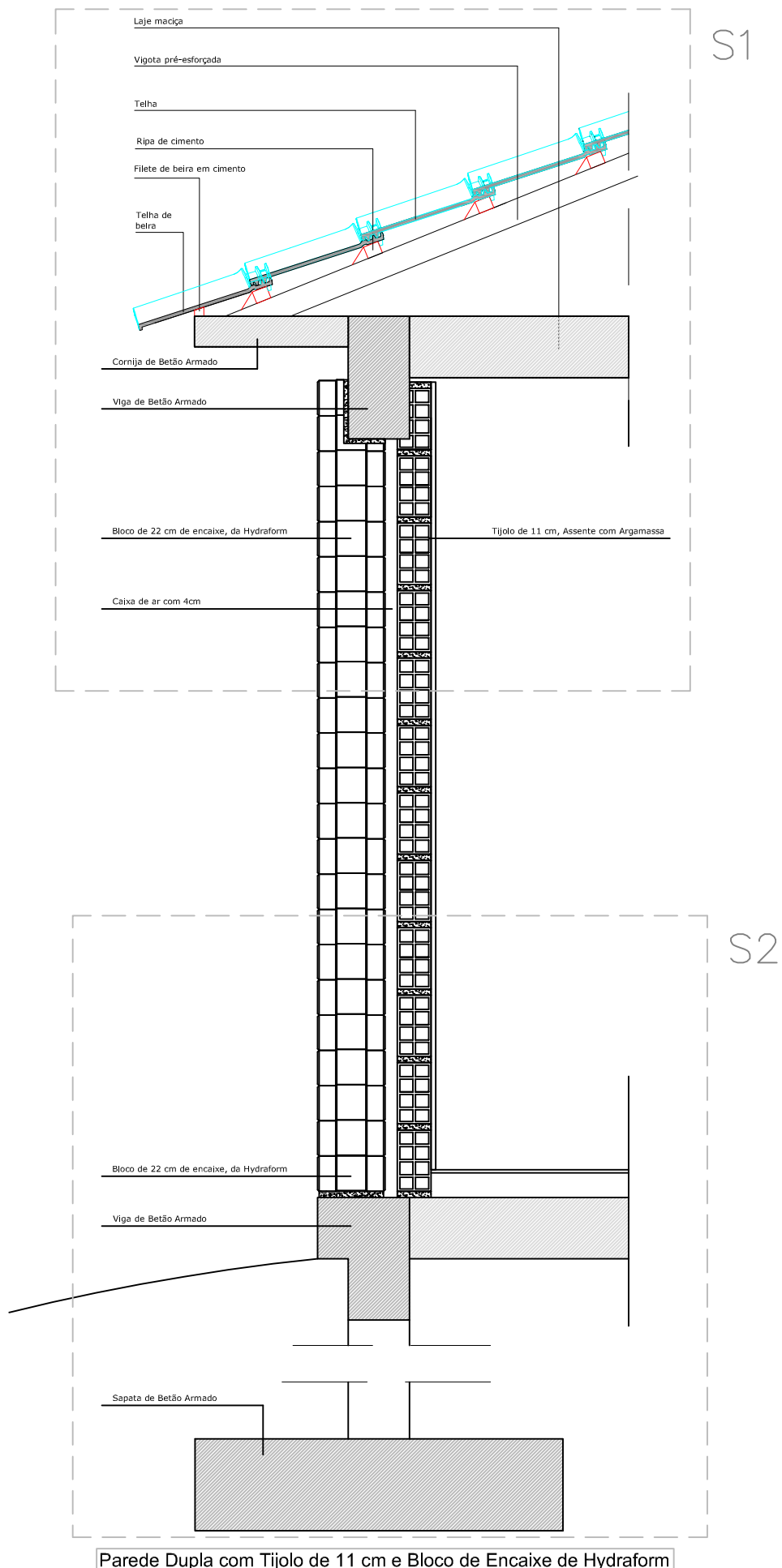
EXECUÇÃO DE PADIEIRAS DE PORTAS E JANELAS



fase.	especialidade.				requerente.	escalas.	designação.	processo. nº
<input type="radio"/> LEVANTAMENTO	<input type="radio"/> ARQUITECTURA	<input type="radio"/> TÉRMICA	<input type="radio"/> ACÚSTICA		Local. Moradia Tipo - Angola	1:100;1:50	PLANTA ESTRUTURAL EXECUÇÃO DE VÃOS	desenho. nº 012
<input type="radio"/> LAY-OUT	<input type="radio"/> ESGOTOS	<input type="radio"/> ELECTRICIDADE		<input type="radio"/> S.N.B.				
<input type="radio"/> ESTUDO PRÉVIO	<input type="radio"/> ÁGUAS	<input type="radio"/> INST. MECÂNICAS		<input type="radio"/> PAISAGISMO				
<input type="radio"/> LICENCIAMENTO	<input type="radio"/> G.P.L.	<input type="radio"/> ALTERAÇÕES						
<input checked="" type="radio"/> EXECUÇÃO	<input type="radio"/> ESTABILIDADE							
<input type="radio"/> TELAS FINAIS						Feb. 2010		



fase. <input type="radio"/> LEVANTAMENTO <input type="radio"/> LAY-OUT <input type="radio"/> ESTUDO PRÉVIO <input type="radio"/> LICENCIAMENTO <input type="radio"/> EXECUÇÃO <input type="radio"/> TELAS FINAIS	especialidade. <input type="radio"/> ARQUITECTURA <input type="radio"/> ESGOTOS <input type="radio"/> ÁGUAS <input checked="" type="radio"/> ESTABILIDADE	<input type="radio"/> TÉRMICA <input type="radio"/> ELECTRICIDADE <input type="radio"/> INST. MECÂNICAS <input type="radio"/> G.P.L.	<input type="radio"/> ACÚSTICA <input type="radio"/> S.N.B. <input type="radio"/> PAISAGISMO <input type="radio"/> ALTERAÇÕES	requerente. Local. Moradia Tipo - Angola	escalas. 1:50 data. Fev. 2010	designação. PRIMEIRA FIADA DE BLOCOS CORTE: A/B	processo. nº desenho. nº 013
---	--	---	--	--	--	--	--



fase.	especialidade.	requerente.	escalas.	designação.	processo. nº
<input type="radio"/> LEVANTAMENTO <input type="radio"/> LAY-OUT <input type="radio"/> ESTUDO PRÉVIO <input type="radio"/> LICENCIAMENTO <input checked="" type="radio"/> EXECUÇÃO <input type="radio"/> TELAS FINAIS	<input type="radio"/> ARQUITECTURA <input type="radio"/> ESGOTOS <input type="radio"/> ÁGUAS <input type="radio"/> ESTABILIDADE	<input type="radio"/> TÉRMICA <input type="radio"/> ELECTRICIDADE <input type="radio"/> INST. MECÂNICAS <input type="radio"/> G.P.L.	<input type="radio"/> ACÚSTICA <input type="radio"/> S.N.B. <input type="radio"/> PAISAGISMO <input type="radio"/> ALTERAÇÕES	1:20 data. Fev. 2010	Parede Dupla Com bloco da Hydraform desenho. nº 014

Laje maciça

Vigota pré-esforçada

Telha

Ripa de cimento

Filete de beira em cimento

Telha de beira

Cornija de Betão Armado

Viga de Betão Armado

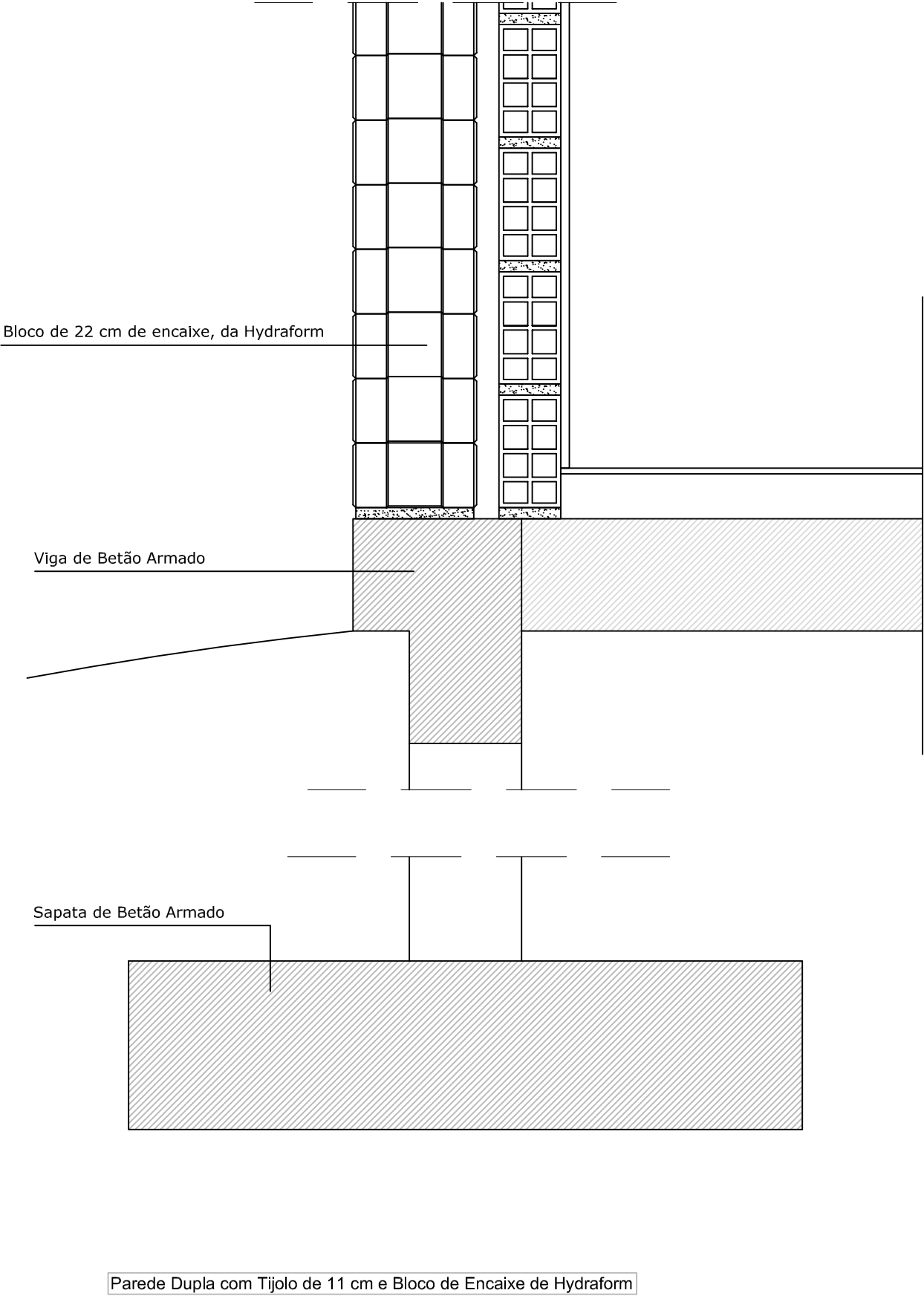
Bloco de 22 cm de encaixe, da Hydraform

Tijolo de 11 cm, Assente com Argamassa

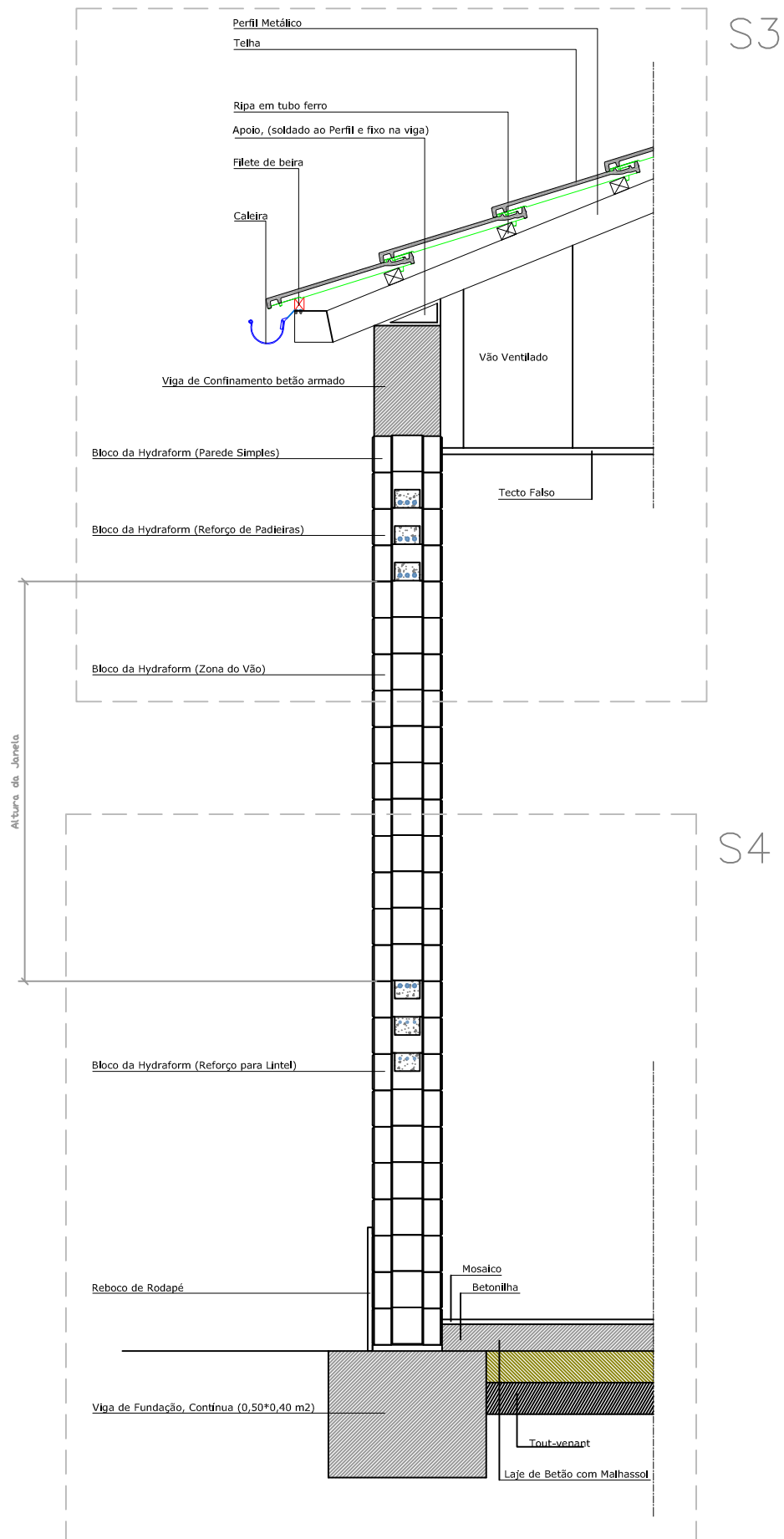
Caixa de ar com 4cm

Parede Dupla com Tijolo de 11 cm e Bloco de Encaixe de Hydraform

fase.	especialidade.	requerente.	escalas.	designação.	processo. nº
<input type="radio"/> LEVANTAMENTO <input type="radio"/> LAY-OUT <input type="radio"/> ESTUDO PRÉVIO <input type="radio"/> LICENCIAMENTO <input checked="" type="radio"/> EXECUÇÃO <input type="radio"/> TELAS FINAIS	<input type="radio"/> ARQUITECTURA <input type="radio"/> ESGOTOS <input type="radio"/> ÁGUAS <input type="radio"/> ESTABILIDADE	<input type="radio"/> TÉRMICA <input type="radio"/> ELECTRICIDADE <input type="radio"/> INST. MECÂNICAS <input type="radio"/> G.P.L.	<input type="radio"/> ACÚSTICA <input type="radio"/> S.N.B. <input type="radio"/> PAISAGISMO <input type="radio"/> ALTERAÇÕES	1:10 data. Fev. 2010	Pormenor S1 Parede dupla com, Com bloco da Hydraform e tijolo de 11 desenho. nº 015

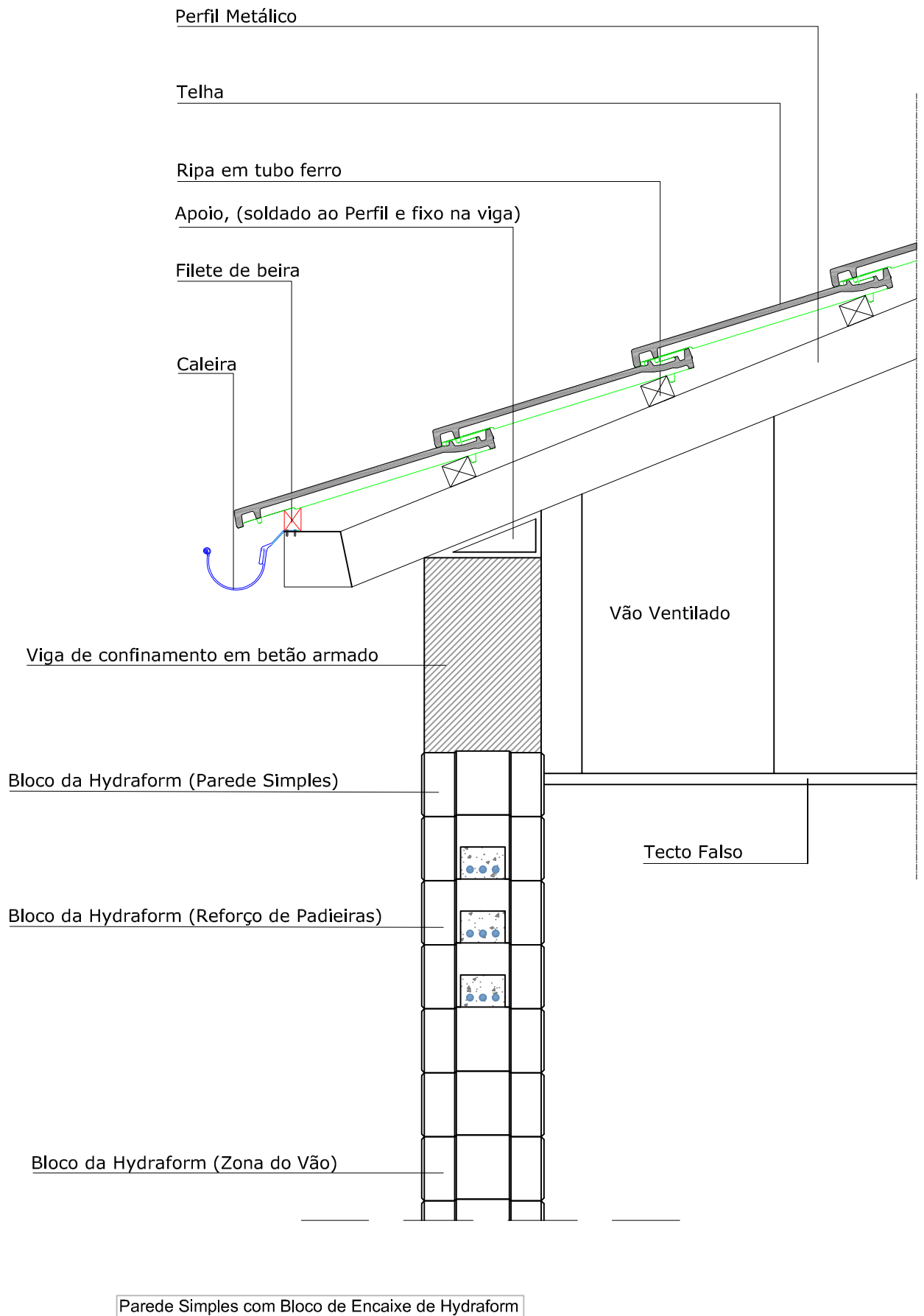


fase.	especialidade.		requerente.	escalas.	designação.	processo. nº
<input type="radio"/> LEVANTAMENTO	<input type="radio"/> ARQUITECTURA	<input type="radio"/> TÉRMICA	<input type="radio"/> ACÚSTICA	1:10	Pormenor S2	
<input type="radio"/> LAY-OUT	<input type="radio"/> ESGOTOS	<input type="radio"/> ELECTRICIDADE	<input type="radio"/> S.N.B.	data.	Apoio da parede dupla com,	desenho. nº
<input type="radio"/> ESTUDO PRÉVIO	<input type="radio"/> ÁGUAS	<input type="radio"/> INST. MECÂNICAS	<input type="radio"/> PAISAGISMO	Fev. 2010	Com bloco da Hydraform e tijolo de 11	016
<input type="radio"/> LICENCIAMENTO	<input type="radio"/> ESTABILIDADE	<input type="radio"/> G.P.L.	<input type="radio"/> ALTERAÇÕES			
<input checked="" type="radio"/> EXECUÇÃO						
<input type="radio"/> TELAS FINAIS						

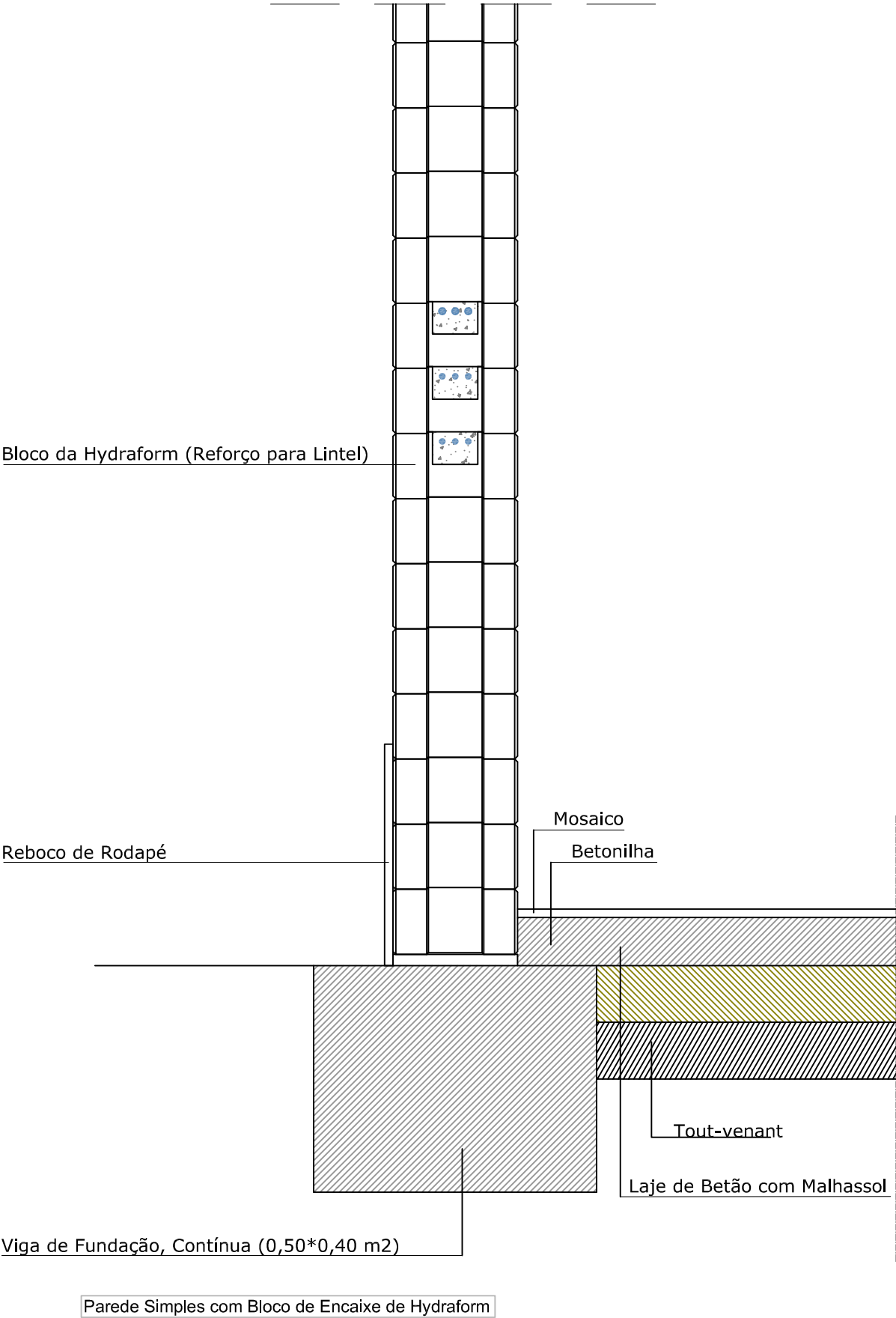


Parede Simples com Bloco de Encaixe de Hydraform

fase.	especialidade.	requerente.	escalas.	designação.	processo. nº
<input type="radio"/> LEVANTAMENTO <input type="radio"/> LAY-OUT <input type="radio"/> ESTUDO PRÉVIO <input type="radio"/> LICENCIAMENTO <input checked="" type="radio"/> EXECUÇÃO <input type="radio"/> TELAS FINAIS	<input type="radio"/> ARQUITECTURA <input type="radio"/> ESGOTOS <input type="radio"/> ÁGUAS <input type="radio"/> ESTABILIDADE	<input type="radio"/> TÉRMICA <input type="radio"/> ELECTRICIDADE <input type="radio"/> INST. MECÂNICAS <input type="radio"/> G.P.L.	<input type="radio"/> ACÚSTICA <input type="radio"/> S.N.B. <input type="radio"/> PAISAGISMO <input type="radio"/> ALTERAÇÕES	1:20 data. Fev. 2010	Parede Simples Com bloco da Hydraform Com reforços na zona do vão desenho. nº 017

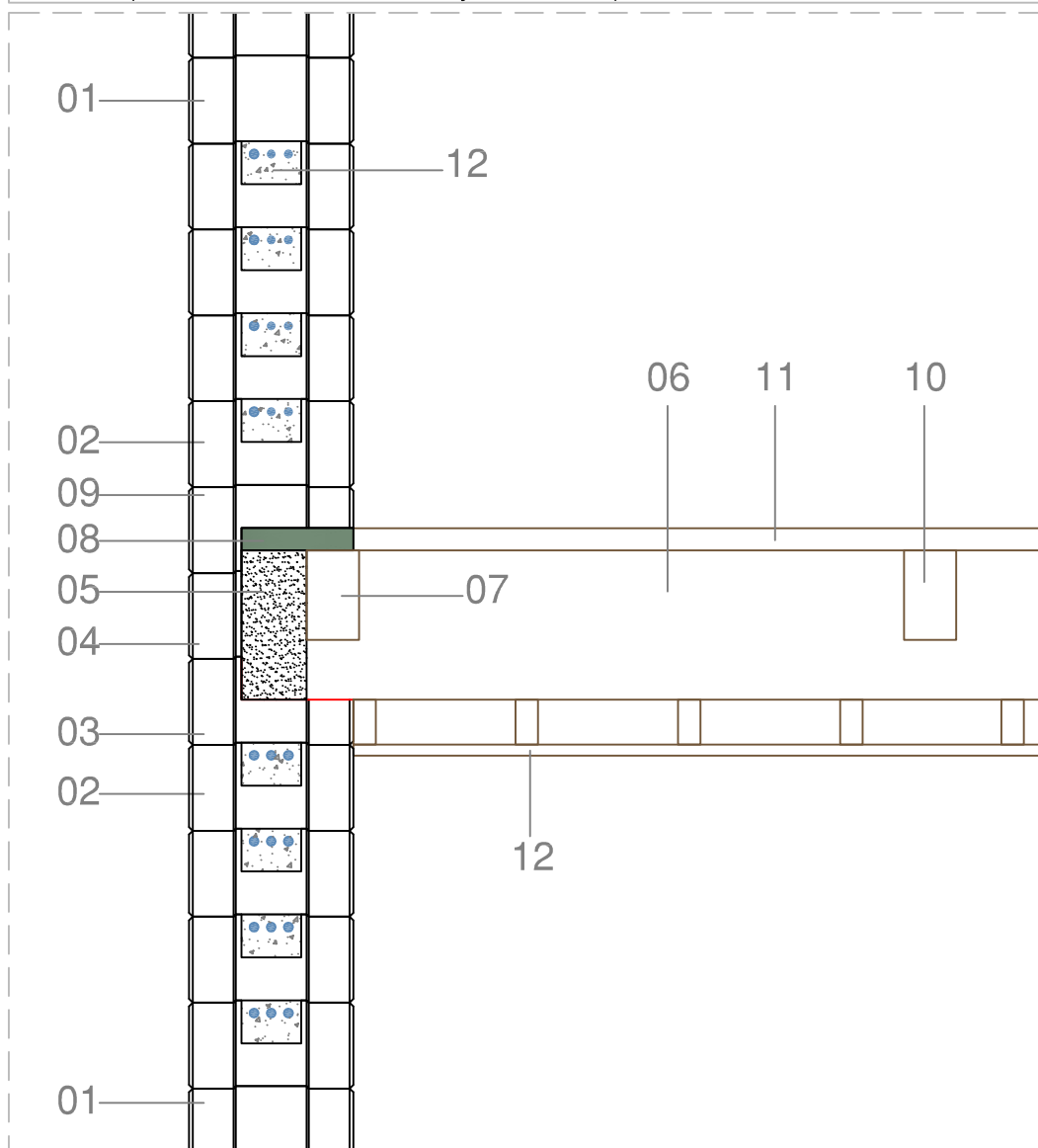


fase.	especialidade.	requerente.	escalas.	designação.	processo. nº
○ LEVANTAMENTO	○ ARQUITECTURA	○ TÉRMICA	1:10	Pormenor S3	
○ LAY-OUT	○ ESGOTOS	○ ELECTRICIDADE		Com bloco da Hydraform	
○ ESTUDO PRÉVIO	○ ÁGUAS	○ INST. MECÂNICAS	data.	Com reforços na zona do vão	desenho. nº
● EXECUÇÃO	○ ESTABILIDADE	○ G.P.L.	Fev. 2010		018
○ TELAS FINAIS		○ ACÚSTICA			
		○ S.N.B.			
		○ PAISAGISMO			
		○ ALTERAÇÕES			
		Local.			
		Ângola			



fase.	especialidade.		requerente.	escalas.	designação.	processo. nº
○ LEVANTAMENTO	○ ARQUITECTURA	○ TÉRMICA	○ ACÚSTICA	1:10	Pormenor S4	
○ LAY-OUT	○ ESGOTOS	○ ELECTRICIDADE	○ S.N.B.	data.	Com bloco da Hydraform	desenho. nº
○ ESTUDO PRÉVIO	○ ÁGUAS	○ INST. MECÂNICAS	○ PAISAGISMO	Fev. 2010	Com reforços na zona do vão	019
● EXECUÇÃO	○ ESTABILIDADE	○ G.P.L.	○ ALTERAÇÕES			
○ TELAS FINAIS			Local. Angola			

Parede Simples com Bloco de Encaixe de Hydraform, num piso intermédio.



LEGENDA:

- 01-Bloco Padrão de 220 mm da Hydraform
- 02-Bloco Padrão Modificado com o "U" na Parte Superior
- 03-Bloco Padrão Modificado com o "U" na Parte Superior, "Cortado faz o L"
- 04-Bloco Padrão de 220 mm da Hydraform, Cortado ao Meio.
- 05-Viga Lintel em betão com armadura: Secção de (0,09*0,20 m2)
- 06-Viga Principal de Madeira com Secção de (0,20*0,10 m2)
- 07-Viga Secundária de Madeira com Secção de (0,12*0,09 m2)
- 08-Argamassa de Assentamento (0,03*0,15 m2)
- 09-Bloco Padrão Alteradoco com "U" na Parte Inferior, (Cortado "faz" o L)
- 10-Viga Secundária de Madeira com Secção de (0,12*0,09 m2)
- 11-Soalho de madeira
- 12-Forro de madeira
- 13-Reforço com betão e 3 Ø 8 mm

fase.	especialidade.	requerente.	escalas.	designação.	processo. nº
<ul style="list-style-type: none"> ○ LEVANTAMENTO ○ LAY-OUT ○ ESTUDO PRÉVIO ○ LICENCIAMENTO ● EXECUÇÃO ○ TELAS FINAIS 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ARQUITECTURA ○ ESGOTOS ○ ÁGUAS ○ ESTABILIDADE 	<ul style="list-style-type: none"> ○ TÉRMICA ○ ELECTRICIDADE ○ INST. MECÂNICAS ○ G.P.L. ○ ACÚSTICA ○ S.N.B. ○ PAISAGISMO ○ ALTERAÇÕES 	<p>1:10</p> <p>data.</p> <p>Fev. 2010</p>	<p>Pormenor Construtivo</p> <p>Com bloco da Hydraform</p> <p>Piso Intermédio</p>	<p>desenho. nº</p> <p>020</p>